

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TESIS DE GRADO

**INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN
DE SIETE VARIEDADES DE CAFÉ (*Coffea arabica*) EN VIVERO,
EN SAPECHO (ALTO BENI)**

HENRY OSCAR CORTEZ ANTONIO

**La Paz-Bolivia
2015**

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

INTRODUCCIÓN Y EVALUACIÓN DE SIETE VARIEDADES DE CAFÉ
(*Coffea arabica*) EN VIVERO, EN SAPECHO (ALTO BENI)

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero en Agronomía

HENRY OSCAR CORTEZ ANTONIO

Asesor:

Ing. Casto Maldonado Fuentes

Tribunal Revisor:

Ing. Ramiro Mendoza Nogales

Ing. Johnny Ticona Aliaga

Ing. Fernando Manzaneda Delgado

Aprobada

Presidente del Tribunal Examinador

DEDICATORIA

A mis padres: ENRIQUE CORTEZ QUIROPE Y FELICIA ANTONIO de CORTEZ

"Por todo lo que me dieron".

A mis hermanas y hermano: ROXANA, VANESA Y ALBIN

*"Quienes me han brindado su apoyo a lo largo
de mi carrera, gracias de todo corazón."*

A mi esposa: YESSENIA IBÁÑEZ "Por su amor, comprensión y paciencia".

"Inspira mis jornadas"

"GRACIAS A DIOS Y A LA VIDA QUE ME HA DADO TANTO"

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por la vida y la salud física y mental para la escritura del presente trabajo.

Al Ing. Fernando Manzaneda Delgado, Director de la Estación Experimental de Sapecho, por brindarme su apoyo y amistad en campo.

A mi Asesor: Ing. Casto Maldonado F., por las sugerencias, y el tiempo dedicado para mejorar el presente trabajo de investigación.

Al Tribunal Revisor: Ing. Ramiro Mendoza N. e Ing. Johnny Ticona A., por su ayuda y orientación en el proceso de elaboración de tesis.

A los Ing. Yuri Zurita, Raúl Rivas por brindarme su amistad y apoyarme durante todo este tiempo.

A los compañeros trabajadores de la Estación Experimental de Sapecho a Don Pedro, Julio, Avelino, Sandro, Willy, Agustín, Aldo, Benito, Juan, Germán, Fidel, Miguel, Efrain y Don Willy gracias por brindarme su amistad y momentos de alegría.

A todos mis compañeros de estudio que conocí en la carrera de Ingeniería Agronómica en especial a Enrique, Mery, Sonia, William, María del Carmen, Juan, Diego, Favio, Helio, Lorena, Cristian y Misael.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
SUMMARY.....	Ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	3
2. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
2.3. Hipótesis.....	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1. Generalidades del café.....	5
3.2. Morfología del café.....	6
3.3. Mejoramiento genético.....	7
3.4. Adaptabilidad del café.....	8
3.5. Características de la semilla.....	8
3.6. Variedades de café.....	9
3.6.1. Typica o Criolla.....	9
3.6.2. Catuai Rojo.....	9
3.7. Variedades en estudio.....	10
3.7.1. CEPAC 1 (IPR – 98).....	10
3.7.2. CEPAC 2 (IPR – 59).....	10
3.7.3. CEPAC 3 (Catucaí).....	11
3.7.4. CEPAC 4.....	11
3.7.5. Catuaí Rojo IAC-81.....	11
3.7.6. Tupí IAC-1669/33.....	12
3.7.7. Icatú-Precoz IAC-3282.....	12
3.8. Desarrollo de plántulas de café.....	12
3.9. Aspectos agroecológicos.....	13
3.9.1. Clima.....	13
3.9.2. Suelos.....	14
3.10. Propagación de plantines.....	15
3.10.1. Propagación en bolsas de polietileno.....	15
3.10.2. Propagación en tubetes.....	15
3.10.3. Propagación a raíz desnuda.....	15
3.11. El café en vivero.....	15
3.12. Requerimientos nutricionales.....	16

4.	MATERIALES Y METODOS	17
4.1.	Localización.....	17
4.1.1.	Aspectos generales.....	17
4.1.2.	Ubicación geográfica.....	17
4.1.3.	Características climáticas.....	17
4.1.3.1.	Precipitación pluvial.....	17
4.1.3.2.	Humedad relativa del ambiente.....	17
4.1.3.3.	Temperatura promedio anual.....	19
4.1.4.	Ecología.....	19
4.1.5.	Suelos.....	19
4.1.6.	Vegetación.....	19
4.2.	Materiales.....	19
4.2.1.	Material biológico.....	19
4.2.2.	Material de campo.....	20
4.2.3.	Materiales de escritorio.....	20
4.3.	Métodos.....	20
4.3.1.	Procedimiento experimental.....	20
4.3.1.1.	Diseño experimental.....	20
4.3.1.2.	Croquis del experimento	21
4.3.1.3.	Características del diseño experimental.....	22
4.3.2.	Obtención de plántulas de café.....	22
4.3.2.1.	Semillas.....	22
4.3.2.2.	Almacigo de semillas de café.....	22
4.3.3.	Vivero.....	22
4.3.3.1.	Sustrato para trasplante.....	23
4.3.3.2.	Trasplante.....	23
4.3.4.	Labores culturales.....	23
4.3.5.	Variables de respuesta.....	23
4.3.5.1.	Longitud de semilla.....	23
4.3.5.2.	Ancho de semilla.....	23
4.3.5.3.	Altitud de semilla.....	24
4.3.5.4.	Días a la germinación.....	24
4.3.5.5.	Días a la brotación.....	24
4.3.5.6.	Días a la chapola o mariposa.....	24
4.3.5.7.	Altura a la primera cruz.....	24
4.3.5.8.	Altura a la segunda cruz.....	25
4.3.5.9.	Altura a la tercera cruz.....	25
4.3.5.10.	Altura a la cuarta cruz.....	25
4.3.5.11.	Altura a la quinta cruz.....	25
4.3.5.12.	Altura de plantines al finalizar el ensayo (sexta cruz).....	25
4.3.5.13.	Diámetro de tallo.....	25
4.3.5.14.	Número de hojas.....	25
4.3.5.15.	Longitud de la raíz.....	26
4.3.5.16.	Relación beneficio-costos.....	26
5.	RESULTADOS	27
5.1.	Características morfológicos.....	27
5.1.1.	Longitud de la semilla.....	27

5.1.2.	Ancho de la semilla.....	29
5.1.3.	Altitud de la semilla.....	31
5.1.4.	Días a la germinación.....	33
5.1.5.	Días a la brotación.....	34
5.1.6.	Días a la chapola o mariposa.....	35
5.1.7.	Altura a la primera cruz.....	36
5.1.8.	Altura a la segunda cruz.....	38
5.1.9.	Altura a la tercera cruz.....	40
5.1.10.	Altura a la cuarta cruz.....	42
5.1.11.	Altura a la quinta cruz.....	44
5.1.12.	Altura de plantines al finalizar el ensayo (sexta cruz).....	46
5.1.13.	Diámetro de tallo.....	48
5.1.14.	Longitud de raíz.....	50
5.1.15.	Número de hojas.....	52
5.2.	Adaptación de las variedades de café al lugar de estudio.....	54
5.3.	Relación beneficio-costos.....	56
6.	CONCLUSIONES.....	58
7.	RECOMENDACIONES.....	61
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	62

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1.	Análisis de varianza para la longitud de semilla..... 28
Cuadro 2.	Comparación de medias para la longitud de semilla..... 28
Cuadro 3.	Análisis de varianza para ancho de semilla..... 30
Cuadro 4.	Comparación de medias para ancho de semilla..... 30
Cuadro 5.	Análisis de varianza para la altitud de semilla..... 31
Cuadro 6.	Comparación de medias para la altitud de semilla..... 32
Cuadro 7.	Análisis de varianza para la altura de plantines 1ra cruz..... 36
Cuadro 8.	Comparación de medias para la altura de plantines 1ra cruz... 37
Cuadro 9.	Análisis de varianza para la altura de plantines 2da cruz..... 38
Cuadro 10.	Comparación de medias para la altura de plantines 2da cruz.. 39
Cuadro 11.	Análisis de varianza para la altura de plantines 3ra cruz..... 40
Cuadro 12.	Comparación de medias para la altura de plantines 3ra cruz... 41
Cuadro 13.	Análisis de varianza para la altura de plantines 4ta cruz..... 42
Cuadro 14.	Comparación de medias para la altura de plantines 4ta cruz... 43
Cuadro 15.	Análisis de varianza para la altura de plantines 5ta cruz..... 44
Cuadro 16.	Comparación de medias para la altura de plantines 5ta cruz... 45
Cuadro 17.	Análisis de varianza para la altura de plantines 6ta cruz..... 46
Cuadro 18.	Comparación de medias para la altura de plantines 6ta cruz... 47
Cuadro 19.	Análisis de varianza para diámetro de tallo..... 48
Cuadro 20.	Comparación de medias para diámetro de tallo..... 49
Cuadro 21.	Análisis de varianza para longitud de raíz..... 50
Cuadro 22.	Comparación de medias para longitud de raíz..... 51
Cuadro 23.	Análisis de varianza para número de hojas..... 52
Cuadro 24.	Comparación de medias para número de hojas..... 53
Cuadro 25.	Comparación de las variedades de café introducidas a E.E. Sapecho..... 54
Cuadro 26.	Costos de producción para producir 4000 pl/ha..... 56

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas del desarrollo de la plántula de café.....	13
Figura 2. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho..	18
Figura 3. Croquis de la parcela experimental.....	21
Figura 4. Longitud de semilla.....	27
Figura 5. Ancho de semilla.....	29
Figura 6. Altitud de semilla.....	31
Figura 7. Días de germinación.....	33
Figura 8. Días a la brotación.....	34
Figura 9. Días a la chapola o mariposa.....	35
Figura 10. Altura de plantines 1ra cruz.....	36
Figura 11. Altura de plantines 2da cruz.....	38
Figura 12. Altura de plantines 3ra cruz.....	40
Figura 13. Altura de plantines 4ta cruz.....	42
Figura 14. Altura de plantines 5ta cruz.....	44
Figura 15. Altura de plantines 6ta cruz (Altura final).....	46
Figura 16. Diámetro de tallo.....	48
Figura 17. Longitud de raíz.....	50
Figura 18. Número de hojas.....	52

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la población de Sapecho, provincia Sud Yungas del departamento de La Paz. El estudio comprendió la evaluación de siete variedades de café en vivero. El objetivo general: Introducir y evaluar siete variedades de café (*Coffea arabica*) en vivero, en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni. Como objetivos específicos: Determinar las características morfológicas en vivero de las siete variedades de café, identificar las variedades mejor adaptadas al lugar de estudio, realizar el beneficio – costo de la producción de plántines de café en vivero.

Para el presente trabajo se empleó el Diseño Completamente al Azar con siete tratamientos y seis repeticiones. Se estudiaron siete variedades de café. Cada unidad experimental compuesta de 30 plántines. Se utilizaron semillas traídas de Santa Cruz de la Sierra, de la Institución CEPAC (Centro de Promoción Agropecuaria Campesina) las variedades fueron: CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Catuai Rojo, Tupí, Icatu-Precoz pertenecientes a *Coffea arabica*, trasplantada en etapa de fosforito a bolsas de polietileno negro en un sustrato de suelo en el que no se realizó labor agrícola.

Los resultados de la presente investigación en la variable días a la germinación indica que la variedad de mejor vigor fue CEPAC 3 alcanzando un 90 % de germinación, en días a la chapola se registró que la variedad de mejor desarrollo es Icatu-Precoz alcanzando un 95 %, en la variable altura final (sexta cruz) la variedad Icatu-Precoz y Tupí, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 24,7 y 20,5 cm, en la variable diámetro de tallo CEPAC 4 y Catuai, fueron los que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm, en la variable longitud de raíz Icatu-Precoz, fue la que obtuvo la mayor longitud con 25,6 cm, en la variable número de hojas Catuai, Tupí e Icatu-Precoz tuvieron 16 hojas, en la relación Beneficio/Costo si existe un beneficio de tal manera por cada 1 Bs. invertido se gana 0.28 Bs. Se recomienda conservar estas variedades de café en la región de Alto Beni para futuros trabajos de investigación en productividad, uniformidad de maduración, calidad de bebida y tolerancia a plagas y enfermedades.

SUMMARY

This research was conducted on the population of Sapecho, province Sud Yungas of La Paz Department. The study included the assessment of seven varieties of coffee in the nursery. The general objective: introduce and evaluate seven varieties of coffee (*Coffea arabica*) in the nursery, in the Experimental Station of Sapecho, Alto Beni. Specific objectives: determine morphological characteristics in the nursery of the seven varieties of coffee, identify the varieties better adapted to the place of study, make the benefit - cost of production of seedlings of coffee in the nursery.

For this work was the design completely random with seven treatments and six replications. Seven varieties of coffee were studied. Each experimental unit composed of 30 seedlings. Brought seeds of Santa Cruz de la Sierra, of the institution CEPAC (peasant agricultural promotion center) used varieties were: CEPAC 1, CEPAC 2, CEPAC 3, CEPAC 4, Tupi, Red Catuaí, Icatu-early belonging to *Coffea arabica*, transplanted in stage of fosforito to black polyethylene bags on a substrate of soil that agricultural work was not conducted.

The results of this research in the variable germination days indicates that the variety of best force was CEPAC 3 reaching 90% germination, days to the chapola record that the variety of best development is Icatu-early reaching 95 %, the variable final height (sixth cross) the Icatu-early variety and Tupi, were those who obtained the highest with 20.5 and 24.7 cm in the variable diameter of stem CEPAC 4 and Catuaí, were those who obtained the larger diameters with 0.37 cm, in variable length of root Icatu-early, was which obtained greater length with 25.6 cm, in the variable number of leaves Catuai, Tupi and Icatu-early had 16 sheets, in the relation benefit/cost there is are benefit in such a way by each 1 Bs. inverted receipts 0.28 Bs. Is recommended to keep these varieties of coffee in the region of Alto Beni for future research on productivity, uniformity of maturation and quality of beverage and tolerance to pests and diseases.

1. INTRODUCCION

El cultivo del café está muy extendido en numerosos países tropicales, más de 80 países del mundo se dedican a su producción. En Latino América, Brasil concentra poco más de un tercio de la producción mundial. El café es uno de los principales productos de origen agrícola comercializados en los mercados internacionales, y a menudo supone una gran contribución a las exportaciones de las regiones productoras.

En Bolivia el café es un cultivo de importancia, tiene una producción anual de 14.123 Tm en mote, que a nivel mundial representa el 0,067 %. La región de los Yungas del departamento de La Paz es uno de los sitios más apropiados para la producción de café aportando con el 96,43% del volumen total nacional. El sector cafetalero del país genera divisas, por ser uno de los principales rubros de exportación. El 73.5 % de toda la producción es destinada a la exportación y solo el 26.5 % para el consumo interno.

Las variedades de café sembradas en Bolivia han contribuido significativamente a la consolidación de la industria cafetalera nacional, estas variedades pertenecen a la especie *Coffea arabica*.

1.1. Antecedentes

El café, en su variedad *Typica*, conocida en la región como criolla fue introducida a las provincias de Nor y Sud Yungas del Departamento de La Paz antes de la Reforma Agraria por dueños de las fincas existentes en las inmediaciones de Coroico y Chulumani. En principio, las plantas de café fueron introducidas como cercos para marcar el lindero de los terrenos (Cuba, 1997). Posteriormente se expande a toda la Región de los Yungas.

En 1969 nace la Estación Experimental de Coroico y es uno de los primeros centros de investigación dedicados a la generación de tecnología del café para los Yungas de La Paz. Se constituye el programa Agro Yungas como una estrategia de desarrollo alternativo (ELC, 2014). Entre los años 1980 y 1990 se introducen nuevas

variedades mejoradas de café, de alta producción y resistentes a la roya, como la *Caturra*, *Catuaí*, *Cavimor*, *Catimor* y *Mundo Novo*. La producción se incrementó y también los ingresos para los productores (Cuba, 1997).

Se produce un efecto climático en la Región de los Yungas entre los años 2000 y 2006 que causa daño entre 60 a 90 % en los frutos del café y disminuye la exportación del país (ELC, 2014). Los productores se ven afectados, algunos abandonan sus parcelas y se dedican a otro rubro.

Ante estas adversidades el sector cafetalero se moviliza y logran que se apruebe la Política Nacional del Café en marzo de 2011, también la Ley Departamental de Fomento a la Producción de café y el Plan de Dinamización del sector Cafetalero 2012-2017.

En octubre de 2012 nace Espacio Local de Concertación del Café (ELC-Café), encargado de coordinar acciones inter institucionales, que permitan direccionar acciones concurrentes del sector cafetalero, ante autoridades públicas y privadas, locales, departamentales y nacionales (ELC, 2014). Siendo algunas de las actividades el Ensayo Nacional de Variedades de Café.

Se presenta el “Programa de Innovación Tecnológica del Café Boliviano” en junio de 2013, por parte del INIAF (Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal) al MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras) documento trabajado por un equipo técnico del INIAF, ANPROCA (Asociación Nacional de Productores de Café), FECAFEB (Federación de Caficultores Exportadores de Bolivia), con el aporte de instituciones como la UMSA (Universidad Mayor de San Andrés- Facultad de Agronomía), Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral, FONADAL (Fondo Nacional de Desarrollo Alternativo) y la Gobernación del Departamento de La Paz (ELC, 2014).

En octubre de 2013 en Caranavi denominada como la capital cafetalera de Bolivia se da a conocer los Resultados del Censo Nacional del Café 2011-2012.

1.2. Justificación

Este cultivo en estos tiempos pasa por un periodo de baja productividad, causada por problemas de fertilidad del suelo, edad de la plantación, renovación de material genético, plagas y enfermedades que disminuyen su potencial productivo. Esta última afecta la producción del café en América Latina. *Hemileia vastatrix* es el agente causal de la roya amarilla del café, una de las enfermedades más serias y *Mycena citricolor* (*Omphalia flavida*) que provoca la enfermedad conocida como “ojo de gallo” constituye uno de los problemas fitopatológicos más importantes en Bolivia y en la caficultura regional. *Hypothenemus hampei*, conocida como la broca del café, es la más devastadora en el sector cafetalero.

La región del Alto Beni no es una zona cafetalera por tradición al no tener variedades de café adaptadas a las condiciones climáticas del lugar. Al introducir nuevas variedades de café al sector se pretende constituirla en un rubro importante para la región y permitir al productor tener otra opción para mejorar su calidad de vida.

La introducción de nuevas variedades de café mejoradas genéticamente, permitiría al sector cafetalero del país tener otras alternativas para sobrellevar y mejorar su rendimiento ante estas adversidades. Pero para poder lograr este cometido previamente estas nuevas variedades tendrían que adaptarse a las condiciones del lugar y las que reúnan las mejores características ser liberadas.

La producción de café comienza desde la obtención de plantines sanos y vigorosos que aseguren la formación y desarrollo de una planta adulta de buen porte, que sea resistente a enfermedades, uniformidad de maduración y una buena producción.

Esta investigación es parte del Ensayo Nacional de Variedades de café que se desarrolla en coordinación con el gobierno y el sector productor cafetalero.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Introducir y evaluar siete variedades de café (*Coffea arabica*) en vivero, en la Estación Experimental de Sapecho, Alto Beni.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las características morfológicas en vivero de las siete variedades de café.
- Identificar las variedades mejor adaptadas al lugar de estudio.
- Realizar el beneficio – costo de la producción de plantines de café en vivero.

2.3. Hipótesis

- Las siete variedades de café no presentan diferencias significativas en sus características morfológicas.
- Las siete variedades de café no presentan diferencias significativas en su adaptación.
- La producción de plantines de café en vivero no tienen diferencias significativas en la relación beneficio – costo.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1. Generalidades del café

El lugar de origen del café Arábico es Etiopía, país donde se inició este cultivo, una evidencia que corrobora esta hipótesis es que en las áreas montañosas de este país y áreas vecinas de Sudán actualmente el café Arábico crece en forma silvestre sobre los 1500 msnm. La fecha de inicio de su cultivo se estima que fue a inicios del siglo VIII, luego por varios siglos (hasta el siglo XV) el cultivo se mantuvo como un monopolio de los Árabes en las cercanías del mar Rojo, con una fuerte expansión hacia Yemen (ex Arabia del Sur) en el siglo XIV, y hacia el Oriente Medio durante el siglo XV (Anthony 1999, citado por Cárdenas, 2007).

La primera introducción de café en Europa se dio en 1706, y solo se introdujo una planta desde Java al jardín botánico de Ámsterdam, a partir del cual se originaron la mayoría de variedades cultivadas actualmente en el mundo (Cárdenas, 2007). Luego de la firma de paz entre Holanda y Francia en 1714, el alcalde de Ámsterdam obsequió una planta al rey Luís XIV, este individuo se adaptó exitosamente en el Jardín de plantas de París y produjo rápidamente semillas. Un año después el sultán de Yemen obsequió algunas plantas a Francia, que luego fueron enviadas a la Isla de Bourbon (hoy Isla de la Reunión) (Lashermes *et al.* 1996, citado por Cárdenas, 2007).

Las primeras introducciones de café al continente Americano se dieron a inicios del siglo XVIII. Desde Ámsterdam enviaron unas plantas hacia la Guyana Holandesa (hoy Surinam) y de París a la isla de Martinica en las Antillas, de donde en 1719 el cultivo se extendió rápidamente hacia la Guyana Francesa, y luego en 1727 hacia Brasil (Anthony *et al.* 1999, citado por Cárdenas 2007). Por otro lado, los ingleses introdujeron plantas de café a Jamaica en 1730 y hacia finales del siglo XVIII e inicios del siglo XIX el cultivo se extendió por todo América tropical (León 2000, citado por Cárdenas, 2007).

Según estos reportes está claro que los cafés de Yemen dieron origen a dos tipos de café Arábica: 1) *C. arabica* var. *typica* (*arabica*), conocido comúnmente como café

Arábigo, Typica o Típica, que constituyó la base genética de las primeras variedades cultivadas en América y Asia; y 2) *C. arabica* var. *bourbon* que fue difundido a partir de la isla Bourbon (Anthony *et al.* 1999, citado por Cárdenas, 2007). Por lo tanto, todas las variedades cultivadas en América Latina hasta mediados del siglo XX compartieron la base genética del café Typica (Anthony *et al.* 1999, citado por Cárdenas, 2007). Estas evidencias sobre el origen del cultivo de café en América Latina también explican los procesos de erosión genética por las que atravesaron las bases genéticas Typica y Bourbon. Como consecuencia, los cultivares actuales derivados de estos dos grupos genéticos, debido a su reducida base genética, son altamente susceptibles a nuevas plagas y enfermedades, presentan baja adaptabilidad a nuevas condiciones de cultivo (Wilches 1995, citado por Cárdenas, 2007) y las posibilidades para el mejoramiento genético son también limitadas fuertemente (Anthony *et al.* 2002, citado por Cárdenas, 2007).

La posición taxonómica del cafeto según Marzoca (1985), es la siguiente:

Reino	Vegetal
Subreino	Embryophyta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Sub Clase	Asteridae
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	arabica

3.2. Morfología del café

Se trata de un arbusto o árbol pequeño liso, de hojas lustrosas. Las hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, promediando de 12-15 cm de largo y más o menos 6 cm de ancho, de forma oval o elíptica, acuminadas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto onduladas, siempre vivas. Flores fragantes, de color blanco o cremoso, subsésiles o muy cortamente pediceladas, varias en cada

axila de las hojas, de 2-9 o más juntas en racimos axilares muy cortos o laterales bracteolados; las bractéolas son ovadas, los más internos connatos en la base de los pedicelos, cayéndose pronto del cáliz-limbo poco profundo, subtruncado u obtusamente 5-denticulado; la corola es de cinco lóbulos, éstos son ovales, obtusos o puntiagudos, igualando o excediendo el tubo, extendiéndose; las anteras más cortas que los lóbulos-corola, completamente salientes, fijos un poco abajo de la mitad de los filamentos los que son más o menos de la mitad de su largo. El disco liso. El estilo más o menos igualando a la flor extendida, bífido, lóbulos lineales, más angostos hacia la punta. La baya oblonga - elíptica, más o menos de 1,5 cm de largo, al principio de color verde, después de color rojo y con el tiempo de color azul - negro. Las semillas varían en tamaño de 8,5 a 12,7 mm de largo (Fernández, 1988).

3.3. Mejoramiento genético

La introducción de germoplasma se puede considerar como un método indirecto de mejoramiento de plantas. A donde quiera que haya ido el hombre ha llevado siempre consigo sus semillas o plantas, y este transporte de materiales ha sido fundamental en el desarrollo de la agricultura mundial. Casi la totalidad de las variedades introducidas fueron muy heterogéneas, característica que les proporcionaba una gran flexibilidad de adaptación (Chavez, 1993)

Según Cuba (2007) el origen de las variedades se da por dos formas: por cambios genéticos producidos naturalmente y por cruzamientos artificiales producto de la intervención humana. La *Coffea arabica* ha sido la especie más estudiada, y ha sufrido varias mutaciones naturales que son fácilmente reconocidas.

Según el número cromosómico el género *Coffea* se divide en dos grupos, el grupo grande de las especies diploides ($2n=22$ cromosomas) conformado por *C. canephora* y otros, y el grupo de los tetraploides ($2n=4x=44$ cromosomas) conformado por *C. arabica* (Regalado 2006, citado por Cardenas, 2007).

La finalidad del mejoramiento genético del cafeto es conseguir una elevada producción por planta, y eso tiene un elevado vigor vegetativo y la resistencia a plagas y enfermedades. La calidad depende de la variedad y de las condiciones de

cosecha y poscosecha, pero se sabe que las variedades de *Coffea arabica* son iguales en calidad, porque proviene de la variedad Typica (Cuba, 2007).

3.4. Adaptabilidad del café

Una de las formas para mejorar el sistema productivo, desde el punto de vista de sostenibilidad, es el uso de variedades más adaptadas a las condiciones climáticas de cada localidad. El ambiente desempeña un papel importante en el comportamiento de todo ser vivo; se describe como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos, y que afectan su desarrollo (Chavez, 1993).

La generación y/o adaptación de nuevas variedades de mayor adaptabilidad agroecológica y eficiencia productiva es una necesidad impostergable. El uso de nuevas variedades para una caficultura sostenible estará orientado en el futuro al aprovechamiento de los mecanismos naturales de defensa intrínsecos de algunas plantas a las plagas y enfermedades. (Santacreo, 1996).

3.5. Características de la semilla

Cuba (2007) señala que la parte comercial del café es la semilla; por tanto, para realizar el mejoramiento genético, la atención debe concentrarse en esta parte de la planta y en la estructura de la flor.

La semilla de café es una nuez, oblonga, plano convexa, de tamaño variable (10 - 18 mm de largo y 6,5 – 9,5 mm de ancho) y constituida en su mayor parte por un endosperma córneo en uno de cuyos extremos y muy superficialmente se encuentra un embrión de 3,5 a 4,5 mm de largo, de radícula cónica y cotiledones cordiformes. Este endosperma está recubierto por una capa muy fina de células esclerenquimatosas (película plateada) de cerca de 70 micrómetros de espesor y dispuestas en su mayoría en forma paralela a la superficie. La semilla está además encerrada en forma suelta dentro de una envoltura cartilaginosa de color blanco amarillento de aproximadamente 100 micrómetros de espesor, que corresponde al endocarpio o pergamino del fruto (Redecca, 2008).

La composición química de la semilla de café muestra que es muy rica en carbohidratos (60 %), contenidos intermedios a bajos de lípidos (13 %) y proteínas (13 %), y contenidos de cafeína entre 1 y 2 %. Estas reservas están almacenadas en el endosperma y durante la germinación son hidrolizadas y movilizadas hasta el embrión para ayudar a su crecimiento (Poisson, 2005).

Otra característica de la semilla de café es la pérdida rápida de su viabilidad (recalcitrante) cuando se almacena con un contenido alto (35-40 %) o bajo (12-15 %) de humedad en una atmósfera no controlada, ya que después de cinco meses en estas condiciones, el poder germinativo es menor del 60 % (Fernández, 1988).

3.6. Variedades de café

3.6.1. Typica o Criolla

Esta variedad se caracteriza por tener porte alto, el tronco es flexible, las ramas tienen ángulo abierto, poca ramificación secundaria, hojas elípticas y frutos rojos. El grano o semilla es algo más alargado que de otras variedades. Es la variedad de mayor adaptación en los Yungas de La Paz, los agricultores se han acostumbrado a ella, porque dura más años bajo sombra, pero las fluctuaciones de producción o alternancia de cosechas es bastante notoria, un año de producción y otro de descanso, este último destinado a que la planta desarrolle nuevas ramas productivas (Cuba, 2007).

3.6.2. Catuai rojo

Originaria de Brasil, esta variedad es el resultado del cruzamiento de las variedades Caturra por Mundo Novo, se caracteriza por su porte bajo, menos compacto más desarrollo que Caturra, alta productividad, ramificación abundante y entrenudos cortos (Cardenas, 2007).

Es una de las variedades que mejor se ha adaptado en los Yungas, por lo que tiene cierta preferencia entre el grupo de las variedades de porte menor (Cuba, 2007).

En la actualidad esta variedad posee una maduración tardía y la no uniformidad en la maduración en zonas de altura se considera como una desventaja de la variedad. El rendimiento de café en los Yungas de La Paz ha decaído, en promedio produce 6 sacos en grano de oro /ha (Moya, 2014).

El mismo autor señala la necesidad de tener nuevas variedades mejoradas, sin desmerecer las variedades anteriormente introducidas, tener nuevas tecnologías para mejorar la producción de café en la región del Alto Beni.

3.7. Variedades en estudio

3.7.1. CEPAC 1 (IPR – 98)

Esta variedad proviene de CIFC (Centro de Investigación de la Roya del Café en Portugal) y mejorada en Brasil en IAPAR (Instituto Agronómico de Paraná), es el cruzamiento entre Villa Sarchi 971/10 x Híbrido de Timor 832/2 caracterizándose con un tamaño de planta de porte mediano de altura de 1,80 m, cuya ramificación es mejor que las cultivares del germoplasma Catuai. También es probable que tenga resistencia a las 45 razas de roya y tolerancia a *Colletotrichum sp.*, es de madurez mediana, se adapta a cultivos a pleno sol y bajo sombra, tiene granos de zaranda 16,5 el color del fruto es rojo. Es susceptible a *Cercospora coffeicola*, minador y broca (Sera 2008, citado por Moya 2014).

3.7.2. CEPAC 2 (IPR – 59)

El cultivar IPR 59 proviene de origen entre Villa Sarchi 971/10 x Híbrido de Timor 832/2, esta variedad se la obtuvo en el CIFC (Centro de Investigación de la Roya del Café en Portugal) y mejorada en Brasil en IAPAR (Instituto Agronómico de Paraná) se caracteriza por tener un tamaño de planta de porte compacto pequeño con altura de 2.50 m, es de ramificación mediana con entre nudos. Se adecua a cultivos a pleno sol y bajo sombra, tiene resistencia completa a 45 razas de roya (*Hemileia vastatrix*) y tolera a *Colletotrichum sp.*, este cultivo tiene mayor rendimiento precoz, en relación con Catuaí y longevidad productiva para a los 10 años, con buen vigor, los granos son de zaranda 16 a 17 el color del fruto es rojo. Es de alta productividad, y se puede

obtener cafés especiales en zonas cafetaleras de temperatura promedio anual entre 18 y 23 °C con un manejo tecnológico apropiado. Este cultivar es susceptible a *Cercospora coffeicola*, minador y broca (Sera 2008, citado por Moya 2014).

3.7.3. CEPAC 3 (Catuai)

Este cultivar, proviene del cruzamiento entre Catuai x Icatu, es una planta de tamaño mediano, altura de 2.5 m y tiene una ramificación muy alta, los entrenudos en la planta son cortos 4-8 cm., se adaptan en espaciamiento de 2.5 x 3.0 m entre hileras y entre planta a un 1,0 a 1.25 m y tiene resistencia parcial a la roya, el grano es de zaranda 17,5. Este cultivar, fácilmente se adapta a suelos pobres, soporta la sequia, recomendable bajo sombra de 30% (Sera 2008, citado por Moya 2014). Tolerancia a *Colletotrichum sp.*, *Cercospora coffeicola*, minador pero es susceptible a broca.

3.7.4. CEPAC 4

Originaria de Brasil, esta variedad se la obtuvo en IAPAR (Instituto Agronómico de Paraná) es un híbrido. No se tiene información detallada, las características particulares de este híbrido están en investigación al ser un cruzamiento entre la variedad IPR-98 x Icatu Precoz.

3.7.5. Catuai Rojo IAC-81

El cultivar Catuai Rojo IAC-81 del germoplasma Catuai es originaria de Brasil de IAC (Instituto Agronómico de Campinas), proviene de cruzamientos de los cultivares de Caturra y Mundo Novo, es de porte mediano de 2.80 m, ramificación alta, entrenudos cortos, es susceptible a roya (*Hemileia vastatrix*), *Cercospora coffeicola*, minador (*Perileucoptera coffeella*), broca (*Hypothenemus hampei*). Es de madurez tardía, con granos son de zaranda 16.5, se adapta en general desde los 300 a 2000 msnm. El potencial productivo es alto y se adapta mejor al cultivo a pleno sol y bajo sombra con especies compatibles (Sera 2008, citado por Moya 2014). La palabra Catuai proviene del idioma Tupi-Guarani y significa lo mejor (Fazuoli, 1996).

3.7.6. Tupí IAC-1669/33

El cultivar Tupí IAC-1669/33 obtenida en el IAC (Instituto Agronómico de Campinas, Brasil), proviene del cruzamiento entre las variedades Villa Sarchí 971/10 x Híbrido Timor 832/2. Es de arquitectura compacta 2.4 m de altura, tiene alta ramificación. La maduración de los frutos es semi-precoz y es de color rojo. Sus granos son grandes zaranda 17, mayores que de las cultivares del “Catuai”. Presenta resistencia completa a la roya (*Hemileia vastatrix*) y tolerante a antracnosis (*Colletotrichum sp*), pero es susceptible a *Cercospora coffeicola*, minador y broca (Sera 2008, citado por Moya 2014).

3.7.7. Icatu-Precoz IAC-3282

El cultivar Icatu Precoz IAC-3282 proviene de cruzamiento entre Borbón Amarillo x Mundo Novo obtenida en el IAC (Instituto Agronómico de Campinas, Brasil) cuyo tamaño de planta es de porte grande con un altura de 3,5 m. Es de ramificación regular con entrenudos largos exige espaciamientos entre 3,0-4,0 m entre hileras y de planta por planta 1.25 m a 1.5 m este cultivar se adapta a sistemas a pleno sol, debido a su porte grande genera auto sombra. Los frutos son de color amarillo tienen madurez precoz alcanzando un tamaño de grano en zaranda 15,5 y tiene una calidad de taza mejor que cultivares del “Catuai” (Sera 2008, citado por Moya 2014). Tiene resistencia parcial a la roya y *Colletotrichum sp*, pero es susceptible a la *Cercospora coffeicola*, minador y broca. La palabra Icatu proviene del idioma Tupi-Guarani y significa Bonanza (Fazuoli, 1996).

3.8. Desarrollo de plántulas de café

La vida del cafeto comprende tres grandes periodos: el crecimiento, la producción y la decadencia fisiológica. La primera etapa comienza con la germinación de la semilla y termina en la edad adulta. La semilla de café germina de 35 hasta 45 días los vástagos se conocen como “fosforito” porque el tallito arrastra fuera de la tierra a la semilla envuelta en su endocarpio (germinación epigea). A los 60 días esta ligera cáscara se desprende y aparecen dos “prehojas” u hojas cotiledóneas opuestas (Figura1) y se conoce como “chapola” o estado de mariposa (Mena, 1987)

El mismo autor señala que la yema terminal aparece al mismo tiempo que las hojas cotiledóneas. Esta da origen rápidamente a las dos primeras hojas normales opuestas de dos en dos. Estas son conocidas como primera cruz y la sucesiva como segunda, tercera cruz, etc.

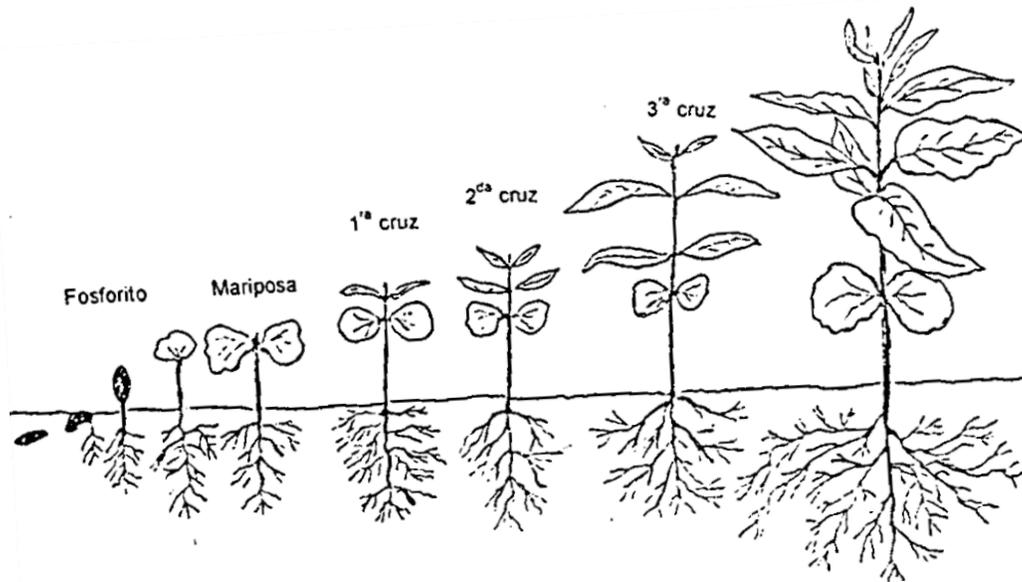


Figura1. Etapas del desarrollo de la plántula de café (Quisberh, 2004).

3.9. Aspectos agroecológicos

3.9.1. Clima

El café se puede cultivar en un rango altitudinal de 400 a 2000 msnm sin embargo por encima de los 1700 msnm se presentan fuertes limitaciones en relación con el desarrollo de las plantas. Al respecto, Sotomayor *et al.* (2000) refieren que la altitud influye notoriamente en el desarrollo de plantas de café en almácigo. A medida que aumenta la altitud el desarrollo es menor, mismo que es debido a las menores temperaturas y mayor proporción de la luz ultravioleta.

Las recomendaciones que se han recogido del informe sobre la situación actual de la producción de café en la zona de los Yungas, señalan que las zonas más importantes y apropiadas son las ubicadas entre 1200 y 1700 msnm, por la calidad

del producto, comprobada en varias ferias realizadas. En menor proporción se ubican las zonas altas de 1700 a 2000 msnm y las bajas de 600 a 1200 msnm. Además, en las zonas intermedias y altas es posible desarrollar con mayor seguridad programas de rehabilitación y ampliación de nuevos cultivos (Lugones , 1997)

Mena (1987) afirma que la temperatura óptima oscila entre 19 y 21 °C con extremos de 17 a 23 °C. Cuando se registran temperaturas inferiores a 10 °C se produce clorosis y paralización del crecimiento de las hojas jóvenes por muerte de los cloroplastos. Las altas temperaturas favorecen el desarrollo de las yemas ortotrópicas del *Coffea arábica*, las cuales crecen altas y delgadas.

La precipitación de las zonas cafetaleras oscila entre 1000 a 3500 mm anuales. Con precipitaciones mayores de 3000 mm se deterioran notablemente la calidad física del café oro y la calidad de taza, además de que el control fitosanitario resulta mas difícil y costoso (Figueroa, 1986).

La humedad relativa, que prevalece en los cafetales tanto en los meses secos como en los lluviosos, es del 70 al 95 % pero cuando alcanza niveles superiores al 85 % se afecta la calidad del café oro y de taza. El ataque de enfermedades fungosas se ve notablemente favorecido (Mena, 1987).

3.9.2. Suelos

El cafeto crece y produce cosechas adecuadas en suelos de diferentes formas geológicas y bajo condiciones climáticas variables. Los suelos deben ser fértiles, porosos, profundos y de buen drenaje. La tierra de vivero debe ser suelta, de textura franco, franco-arenosa o franco-arcillosa con 24 % de estiércol (Figueroa, 2006).

Con respecto a la tierra del vivero, Mena (1987) señala que el pH ideal es de 5,5 aunque puede oscilar entre 4,5 a 6.

3.10. Propagación de plantines

El vivero es un área de producción de plantines de buena calidad, puede ser producida en bolsas polietileno, en tubetes y raíz desnuda.

3.10.1. Propagación en bolsas de polietileno

Esta forma de propagación es una de las más usadas, permite obtener en el momento del trasplante en la parcela definitiva un alto porcentaje de prendimiento y una de sus desventajas en el momento del transporte es el volumen que genera el sustrato, el cual dificulta su manejo para largas distancias (Cuba, 1997)

3.10.2. Propagación en tubetes

La producción de plantines de café en tubetes es una nueva forma de propagación, permite que la raíz de la planta de café permanezca en el sustrato, debido a que se encuentran los tubetes en mesones a un metro del suelo, su desventaja es que no mantiene por mucho tiempo la humedad en el sustrato por lo que el riego se lo realiza con más frecuencia.

3.10.3. Propagación a raíz desnuda

Esta técnica permite reducir los costos de producción al no usar bolsas o tubetes, también se utiliza menos sustrato y es fácil para transportarla a la parcela definitiva.

3.11. El café en vivero

El vivero es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para la propagación de plantines de café. Es donde acontece la etapa más importante y delicada de la vida del cafeto y donde se les proporciona buenas condiciones como sombra, riego, control de enfermedades y plagas. Debe ser una superficie plana, libre de nematodos y alejados de cafetales viejos (Mena, 1987)

En este sitio también se encuentra la almaciguera, un espacio preparado con sustrato de arena, tierra y arena o solo tierra cuyas dimensiones dependen de la

cantidad de plántulas a obtener. Un kilogramo de semillas de café contiene de 1500 a 2500 unidades (Ramírez, 1998)

En el vivero, las plántulas permanecen de cuatro a seis meses hasta que tengan de dos a tres cruces para su traslado a campo definitivo. Las posturas deben tener el desarrollo requerido para ser trasplantadas, solo entonces podrán soportar la operación de trasplante a partir del tercer par de hojas verdaderas (Figuroa, 2006).

3.12. Requerimientos nutricionales

El cafeto de acuerdo a Mena (1987) requiere de una adecuada nutrición nitrogenada la cual se evidencia en el desarrollo rápido de la planta, en la abundante ramificación de vástagos y formación de hojas verdes y brillantes. Una carencia de este trae como consecuencia poco crecimiento de la planta, reducción en el tamaño de las hojas y clorosis. El nitrógeno y fósforo son elementos importantes sobre todo durante la fase juvenil. El fósforo es muy requerido por las plantas jóvenes especialmente en el momento de la siembra. Con respecto al potasio, este contribuye a aumentar la resistencia de la planta contra las enfermedades.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Localización

4.1. 1. Aspectos generales

La Estación Experimental de Sapecho (E.E.S.), dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, se ubica al Norte del departamento de La Paz, en la región denominada Alto Beni (Villegas, 2004)

4.1. 2. Ubicación geográfica

Se encuentra en la provincia Sud Yungas localidad de Sapecho a 15° 33'49, 34" Latitud Sur y 67° 19'24, 18" Longitud Oeste, a 260 km de la capital del departamento de La Paz, a una altitud de 422 msnm (Beck 1991, citado por Villegas, 2004).

El mismo autor señala que el Alto Beni cuenta con una superficie de 25000 ha de las cuales 114,145 ha, se hallan dotadas a colonizadores individuales. Actualmente se encuentran divididos en 7 áreas. La Estación Experimental se encuentra en el área II (Figura 2).

4.1.3. Características climáticas

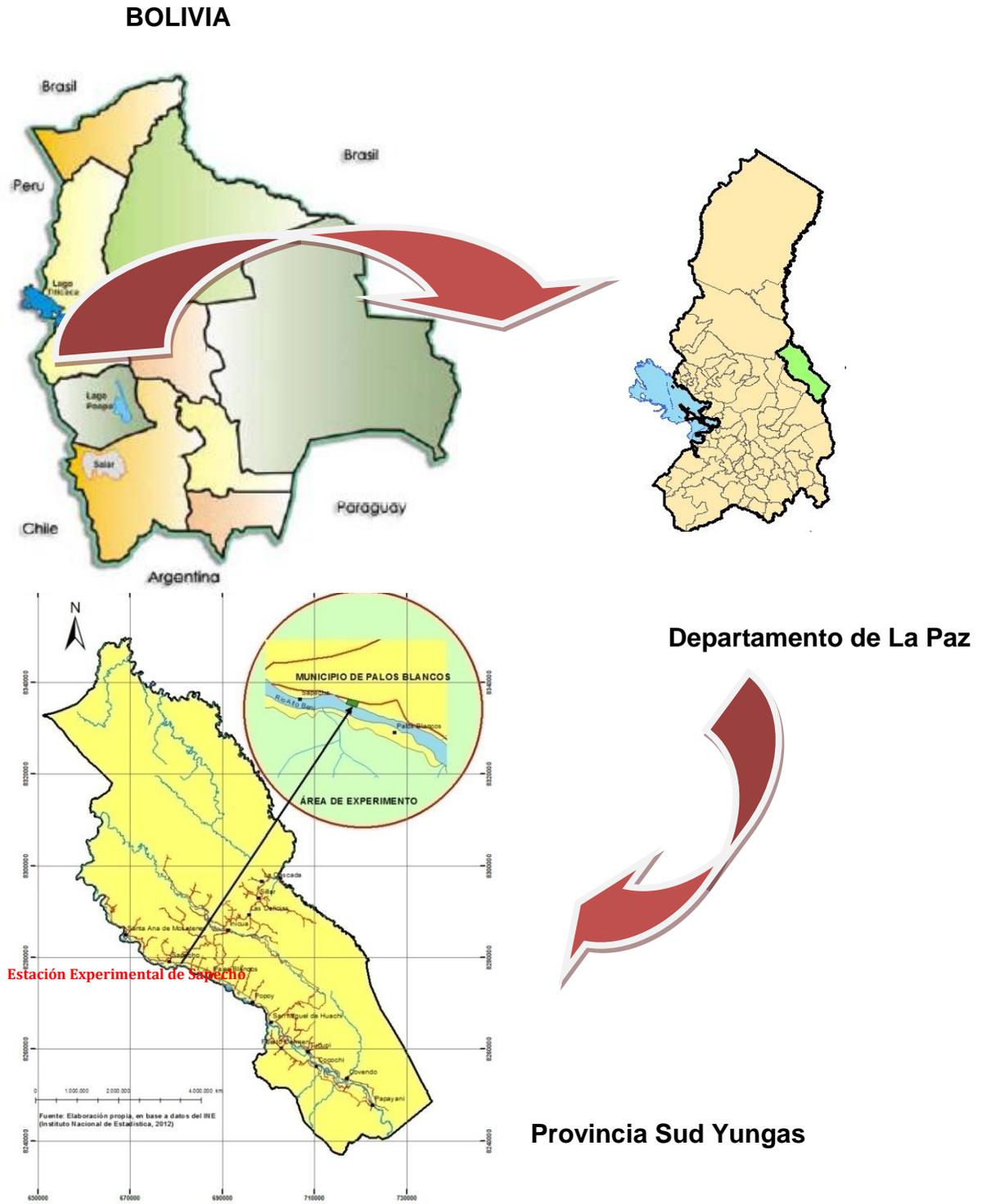
4.1.3.1. Precipitación pluvial (pp)

La precipitación pluvial mínima registrada fue en el mes de agosto y septiembre con 70 mm y la máxima registrada fue en el mes de febrero con 147 mm (SENAMHI 2012, citado por López, 2014).

4.1.3.2. Humedad relativa del ambiente (HR)

Según López (2014) la humedad relativa del ambiente llegó a registrar como la máxima en el mes de agosto con 84 % y la mínima registrada fue en el mes de noviembre con 70 % de humedad relativa.

Figura2. Ubicación geográfica de la Estación Experimental de Sapecho (EES), en el municipio de Palos Blancos, provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz.



Fuente: Elaboración propia, en base a datos del INE (Instituto Nacional de Estadísticas, 2012).

4.1.3.3. Temperatura promedio anual (°C)

Las temperaturas promedios mensuales registradas en el año 2012 según SENAMHI fueron de 37 °C como máxima en el mes de noviembre y como mínimo la de 22 °C en el mes de julio (López, 2014).

4.1.4. Ecología

La zona presenta un patrón de distribución paralelo al río La Paz de la región de Alto Beni, la zona de bosque húmedo sub tropical ocupándose y extendiéndose por colinas circundantes hasta una latitud de 450 msnm aproximadamente, siendo la localidad de Sapecho que presenta una topografía plana (PDM, 2012).

4.1.5. Suelos

Según el Plan de Desarrollo Municipal (2012) la región de Alto Beni presenta suelos profundos, de tipo aluviales, con deformación de llanura antigua y de pendiente suave y con peligros de anegamientos de mínimo a moderado.

4.1.6. Vegetación

La vegetación varía según el piso altitudinal, donde la parte baja varía desde los 300 a 500 msnm donde se desarrolla un bosque, susceptible a inundaciones, con especies tolerantes, árboles de 40 m de altura y 1,50 m de diámetro. La parte alta mayor a 500 msnm presenta un bosque sub-montano (PDM, 2012).

4.2. Materiales

4.2.1. Material biológico

Se utilizó 250 g de semilla de café por cada variedad, esta semilla se adquirió del Centro de Promoción Agropecuaria Campesina (CEPAC) establecida en Santa Cruz de la Sierra.

4.2.2. Material de campo

Los materiales que se utilizaron: picotas, machetes, palas y carretilla en la preparación del sustrato: estacas, cordel para delimitar las unidades experimentales con sus respectivos pasillos; baldes, bolsas de polietileno negro, charos, alambre, marbetes para identificar las plantas observadas: mochila para asperjar; equipo especial de protección; vernier , para medir el diámetro del tallo.

4.2.3. Materiales de escritorio

Computadora para registrar y guardar los datos; calculadora para cálculos; hojas de papel bond; bolígrafos; cámara fotográfica para el seguimiento del cultivo; planilla y cuaderno de apuntes para registrar los datos.

4.3. Métodos

4.3.1. Procedimiento experimental

La presente investigación se llevo a cabo en el periodo agrícola de 2012-2013 en condiciones ambientales de campo. La presentación de la metodología es dividida en dos partes: la parte experimental y las variables de respuesta que son los parámetros estudiados para probar las hipótesis planteadas.

4.3.1.1. Diseño experimental

En el presente estudio, se utilizó el diseño completamente al azar, muchas veces al implementar un ensayo en campo se observa las condiciones homogéneas o heterogéneas del terreno. Este diseño se lo usa en lugares y unidades experimentales homogéneas (Arteaga, 2010). Para el presente trabajo de investigación se utilizaron siete tratamientos y seis repeticiones. Se estudiaron siete variedades de café. Cada unidad experimental compuesta de 30 plantines.

Modelo Lineal Aditivo

$$X_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Donde:

- X_{ij} = Una observación cualquiera
- μ = Media general
- a_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
- e_{ij} = Error experimental

Fuente: Ochoa (2007)

4.3.1.2. Croquis del experimento

La Figura 3 presenta la distribución de las unidades experimentales de la investigación.

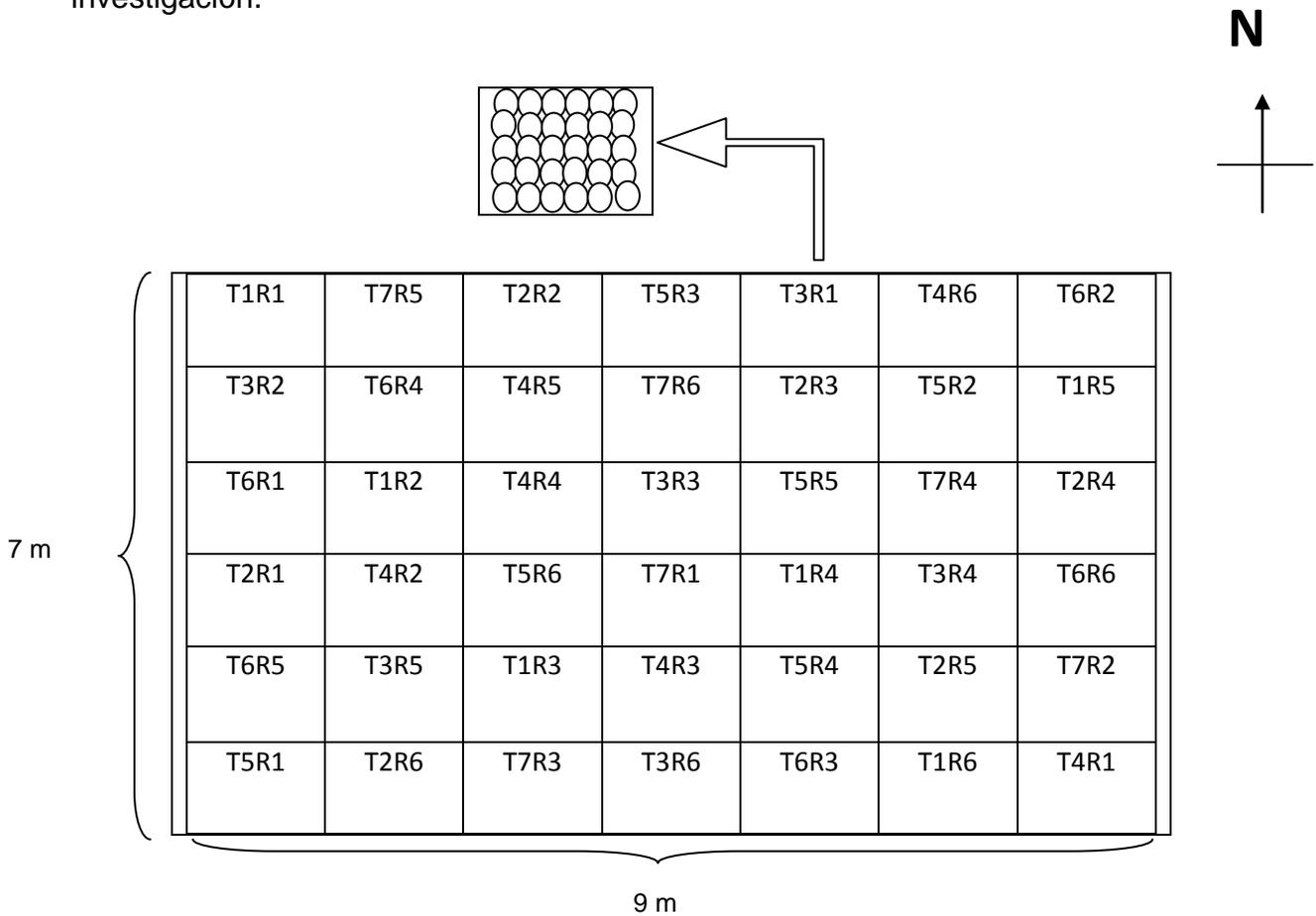


Figura 3. Croquis de la parcela experimental.

4.3.1.3. Características del diseño experimental

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD
Tratamientos	7	unidades
Repeticiones	6	unidades
Total de unidades experimentales (ue)	42	unidades
Plantines por unidad experimental (ue)	30	unidades
Número total de plantines	1260	unidades
Longitud de unidad experimental (ue)	1.28	m
Ancho de unidad experiemntal (ue)	1.00	m
Área de unidad experimental (ue)	1.28	m ²
Total área efectiva	63	m ²

4.3.2. Obtención de plántulas de café

4.3.2.1. Semillas

La semilla se adquirió del Centro de Promoción Agropecuaria Campesina (CEPAC) establecida en Santa Cruz de la Sierra de la gestión agrícola 2011 - 2012, el kg de semilla de cada variedad tuvo un precio de 20 UU\$.

4.3.2.2. Almacigo de semillas de café

Se preparó un almacigo de madera de 1 x 7 m con 10 cm de altura. Se lleno con seis carretillas de tierra del lugar, tres carretillas de arena de río y una carretilla de aserrín descompuesto, una vez uniformizado la superficie se procedió al riego con agua hervida a razón de 20 l/m² para la desinfección del sustrato. Se dejo en reposo por 24 horas. La siembra se realizo direccionada 5 cm entre hileras y 1cm entre semillas, se uso 250 g de semilla por cada variedad. En el lugar se coloco una semisombra (hojas de motacú) para conservar la humedad. El riego se realizo de 2 a 3 veces por semana.

4.3.3. Vivero

El vivero se encuentra instalado en el lugar de estudio.

4.3.3.1. Sustrato para trasplante

Para el sustrato se utilizó un suelo con las características del lugar. Se llenaron las bolsas con la siguiente relación: 5;1;1;1 es decir tierra del lugar, arena, aserrín descompuesto y gallinaza. Se realizó el embolsado en bolsas de polietileno de 25 x 8 cm de color negro.

4.3.3.2. Trasplante

En el germinadero, los vástagos cuando alcanzaron el estado de “fosforito” al cabo de 45 días se procedieron al trasplante o repique en las bolsas de polietileno negro, perforadas en la base con cuatro orificios.

4.3.4. Labores culturales

Para prevenir la enfermedad de ojo de gallo (*Mycena citricolor Berk y Court*) en los plantines de café, se asperjó con oxiclورو de cobre. La eliminación de hierbas se la realizó manualmente en pasillo como en macetas en las revisiones semanales durante el periodo de investigación.

4.3.5. Variables de respuesta

Para determinar la respuesta de adaptación de los plantines de café, se tomaron datos de las siguientes variables:

4.3.5.1. Longitud de la semilla

Se tomaron datos de esta variable en cm de cada variedad en la parte más larga del fruto. El valor del descriptor variedad se establecerá como la media de las cinco mediciones.

4.3.5.2. Ancho de la semilla

Se registro esta variable en cm por cada variedad la parte más ancha del fruto. También el valor del descriptor por variedad se establecerá como la media de las cinco mediciones.

4.3.5.3. Altitud de la semilla

Este dato de esta variable se la midió en cm de cada variedad, teniendo como línea de referencia la marca del hilo central de las semillas. El valor del descriptor por planta se establecerá como la media de las cinco mediciones.

4.3.5.4. Días a la germinación

Se la realizo en platos de plástico con algodón húmedo, de cada variedad se evaluó 20 semillas y se observo el porcentaje de germinación de las semillas cuando todas pasaron el 50 %. Se utilizo la siguiente relación:

$$PG = \frac{NSG}{TSU} * 100$$

Donde:

PG = Porcentaje de germinación (%)

NSG = Número de semillas germinadas

TSU = Total de semillas utilizadas

4.3.5.5. Días a la brotación

Se contaron desde los días de almácigo en los platos plásticos, hasta que brotarón un 50 % del total de semillas sembradas por cada variedad.

4.3.5.6. Días a la chapola o mariposa

Se registro cuando el 50 % de los plantines alcanzaron esta fase.

4.3.5.7. Altura a la primera cruz

Se tomaron datos cuando el 50 % de plantines alcanzaron la segunda cruz. Se midió la altura de plántulas desde el nudo del tallo hasta el ápice semanalmente.

4.3.5.8. Altura a la segunda cruz

El registro de la altura de plantines se iniciara cuando el 50 % alcancen su segunda cruz. A partir del cual las mediciones de altura se realizaran semanalmente. Se medirá la altura de plántulas desde el nudo del tallo hasta el ápice.

4.3.5.9. Altura a la tercera cruz

Se tomaron datos cuando el 50 % de plantines alcanzaron la tercera cruz. Se medio la altura de plántulas desde el nudo del tallo hasta el ápice semanalmente.

4.3.5.10. Altura a la cuarta cruz

El registro de la altura de plantines se inicio cuando el 50 % alcanzaron la cuarta cruz. A partir del cual las mediciones de altura se realizaron semanalmente. Se medirá la altura de plántulas desde el nudo del tallo hasta el ápice.

4.3.5.11. Altura a la quinta cruz

Se tomaron datos cuando el 50 % de plantines alcanzaron la quinta cruz. Se medio la altura de plántulas desde el nudo del tallo hasta el ápice semanalmente.

4.3.5.12. Altura de plantines al finalizar el ensayo (sexta cruz)

Esta variable se la registro al finalizar el ensayo midiendo desde el nudo del tallo hasta el ápice.

4.3.5.13. Diámetro de tallo

Se tomaron datos cuando el 50 % de los plantines alcanzaron la segunda cruz hasta la sexta cruz. Esta variable se midió cada 15 días con la ayuda de un vernier.

4.3.5.14. Número de hojas

Los datos de esta variable se obtuvo por conteo de hojas de cada plantin. Se contarán las hojas verdaderas sin tomar en cuenta las hojas falsas o cotiledóneas.

4.3.5.15. Longitud de la raíz

Se tomaron los datos al finalizar el ensayo de cada variedad.

4.3.5.16. Relación beneficio-costo

Se procedió a calcular los costos de producción y el ingreso neto. Se tomaron en cuenta, tal como recomienda Paredes (2007), la mano de obra, materiales e insumos.

5. RESULTADOS

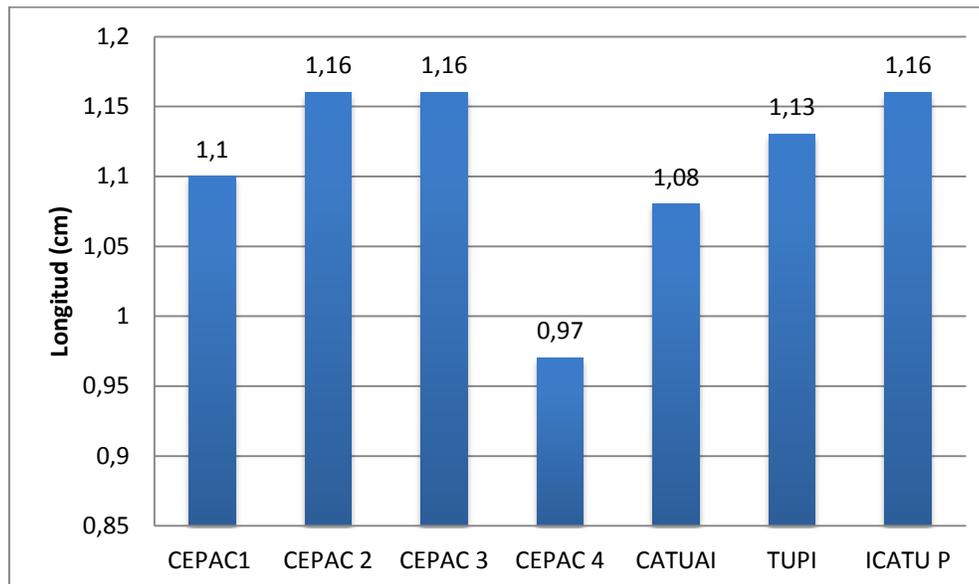
De acuerdo a los objetivos planteados, en el presente estudio, se presentan en la primera parte el análisis de las características morfológicas.

5.1. Características morfológicas

5.1.1. Longitud de la semilla

Los datos tomados de esta variable (Figura 4) corresponde al registro de datos realizado a los 15 días después del almácigo correspondiente.

Figura 4. Longitud de semilla de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

En la figura se observan las diferencias de longitud que presentaron las semillas. La variedad CEPAC 2 y 3 e ICATU-PRECOZ, fueron los que obtuvieron mayor longitud con 1,16 cm respectivamente, mientras que CEPAC 4 presento 0,97 cm el de menor longitud.

El análisis de varianza se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la longitud de semilla de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	0.25671429	0.04278571	1.44	0.2337
Error	28	0.83000000	0.02964286		
Total	34	1.08671429			

CV = 15.14 %

El análisis de varianza estadístico, indica que en la fuente de variabilidad de variedades no existen diferencias altamente significativas, por lo que se entiende que no existe diferencias significativas entre las variedades, esto para la variable longitud de semillas. Esto debido a que la longitud de semilla de las diferentes variedades estadísticamente son similares, para este caso es innecesario realizar la prueba de Tukey, pero para efectos de comprobación de los resultados dados en el análisis de varianza, dicha prueba se presentara en el cuadro 2.

El coeficiente de variación indica un buen manejo de las unidades experimentales ya que el valor de 15.14 por ciento se encuentra en el rango aceptable por lo que los datos son confiables.

En el cuadro 2 se muestran los resultados que fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey.

Cuadro 2. Comparación de medias para la longitud de semilla de café.

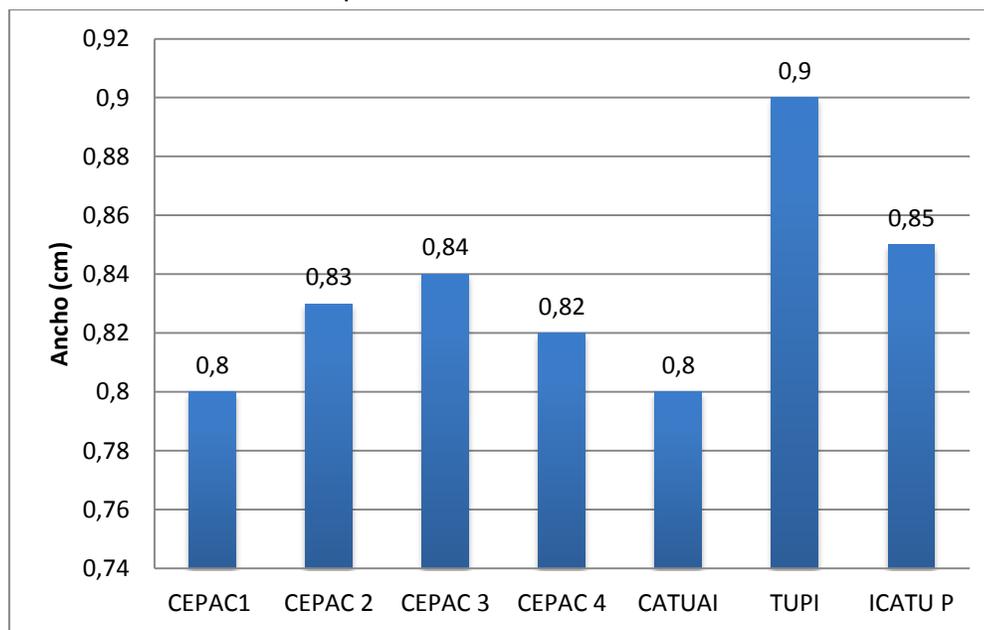
Variedad	Medias de longitud de semilla	Tukey 5 %
CEPAC	0.97	A
CATUAI	1.08	A
CEPAC 1	1.10	A
TUPI	1.13	A
ICATU-PRECOZ	1.16	A
CEPAC 3	1.16	A
CEPAC 2	1.16	A

Los resultados de la prueba de medias Tukey a un 5 por ciento de error muestran que no existen diferencias significativas entre las variedades de café, con respecto a la variable longitud de semilla. Esto puede ser debido a que tienen progenitores en común variedad Caturra, Híbrido de Timor y Typica esta podría ser la causa de que estas variedades posean un parecido en longitud de semilla (Cuba, 2007).

5.1.2. Ancho de la semilla

Esta variable como la anterior corresponde al registro de datos realizado a los 15 días después del almácigo correspondiente, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Ancho de semilla de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Las diferencias de ancho de semilla que se presentaron muestran que la variedad TUPI e ICATU-PRECOZ, fueron los que obtuvieron mayor ancho con 0,9 y 0,85 cm, mientras que CEPAC 1 y CATUAI presentaron 0,8 cm el de menor ancho.

En el cuadro 3 se presenta el análisis de varianza.

Cuadro 3. Análisis de varianza para ancho de semilla de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	0.03785714	0.00630952	1.14	0.3657
Error	28	0.15500000	0.00553571		
Total	34	0.19285714			

CV = 8.90 %

En ancho de semilla, el análisis estadístico muestra que no existe diferencia significativa entre las variedades de café, ya que los mismos estadísticamente presentan promedios similares, por lo que no es necesario realizar la prueba Tukey ya que se espera que de los mismos resultados, pero para efectos de comprobación de resultados esta prueba se presentara en el cuadro 4.

El coeficiente de variación dio como datos 8.90 por ciento lo que nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables.

Se muestran en el cuadro 4 los resultados que fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey.

Cuadro 4. Comparación de medias para ancho de semilla de café.

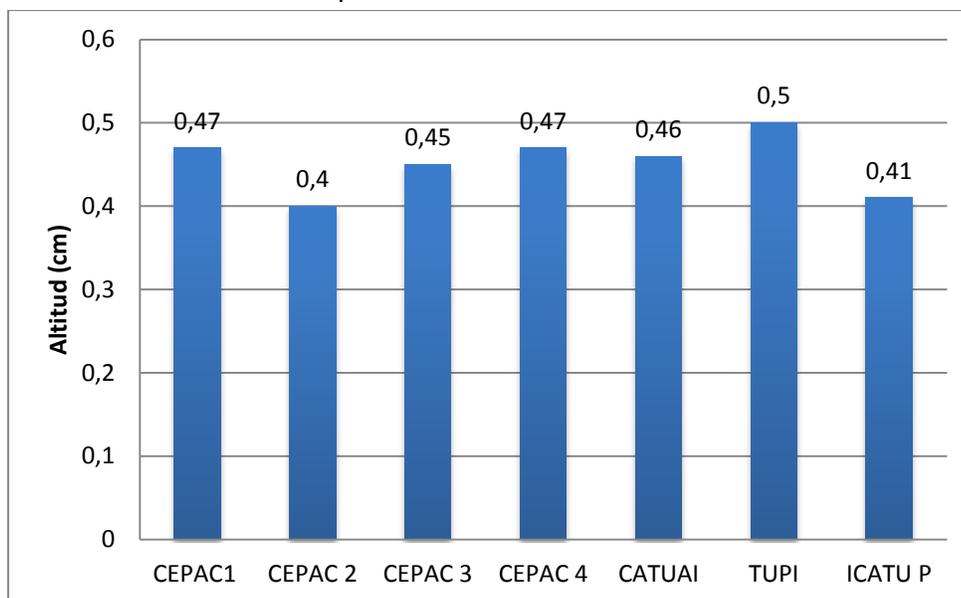
Variedad	Medias de ancho de la semilla	Tukey 5 %
CEPAC 1	0,80	A
CATUAÍ	0,80	A
CEPAC 4	0,82	A
CEPAC 2	0,83	A
CEPAC 3	0,84	A
ICATU-PRECOZ	0,85	A
TUPI	0,90	A

La prueba de medias indica que no existen diferencias significativas en cuanto al ancho de semilla de las diferentes variedades. Estas semillas tienen progenitores en común que es la variedad Caturra, Híbrido de Timor y Typica esta podría ser la causa de que estas variedades posean un parecido (Cuba, 2007).

5.1.3. Altitud de la semilla

Los resultados de esta variable como la anterior corresponde al registro de datos realizado después del almacigo correspondiente, es decir después de 15 días como se muestra en la figura 6.

Figura 6. Altitud de semilla de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Las diferencias de altitud de semilla que se presentaron muestran que la variedad TUPI, fue la que obtuvo mayor altitud con 0,5 cm y CEPAC 2 presento 0,4 cm el de menor altitud.

Se presenta el análisis de varianza el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para la altitud de semilla de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	0.03671429	0.00611905	2.81	0.0287
Error	28	0.06096000	0.00217714		
Total	34	0.09767429			

CV = 10.35 %

En cuanto a la altitud de semilla, el análisis estadístico muestra que no existe diferencia significativa entre las variedades de café, ya que los mismos estadísticamente presentan promedios similares, para efectos de comprobación de resultados esta prueba se presentara en el cuadro 6.

El coeficiente de variación dio como datos 10.35 por ciento lo que nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables.

Los resultados de esta variable fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey (Cuadro 6).

Cuadro 6. Comparación de medias para la altitud de semilla de café.

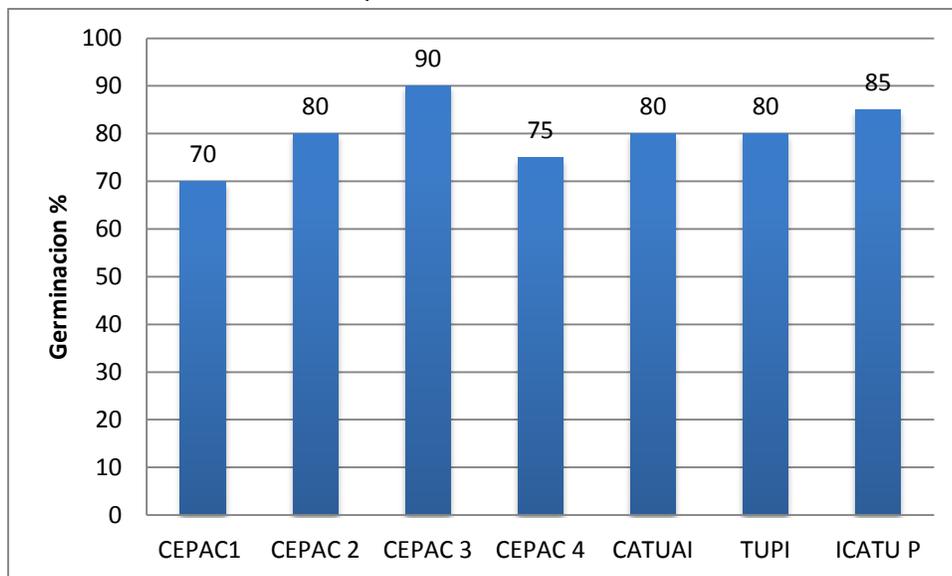
Variedad	Medias de altitud de semilla	Tukey 5 %	
CEPAC 2	0.40	A	
ICATU-PRECOZ	0.41	A	B
CEPAC 3	0.45	A	B
CATUAI	0.46	A	B
CEPAC 4	0.47	A	B
CEPAC 1	0.47	A	B
TUPI	0.50		B

La prueba Tukey al 5 por ciento de error, indica que existen tres grupos, el primero conformado por la variedad TUPI con media igual a 0.50 cm, es la de mayor altitud, seguida por las variedades CEPAC 1, CEPAC 4, CATUAI, CEPAC 3, ICATU-PRECOZ con promedios igual a 0,47, 0,46, 0,45 cm y 0,41 cm respectivamente iguales. Estadísticamente la variedad CEPAC 2 es la de menor altitud. Estas variedades de café tienen progenitores en común variedad Caturra, Híbrido de Timor y Typica esta podría ser la causa de que estas variedades posean un parecido en altitud de semilla (Cuba, 2007).

5.1.4. Días a la germinación

Se la realizo en platos de plástico y se observo el porcentaje de germinación de 20 semillas de cada variedad, como se muestra en la figura 7, estos datos fueron registrados a los 25 días.

Figura 7. Días de germinación de siete variedades de café introducidas en la E. E. de Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

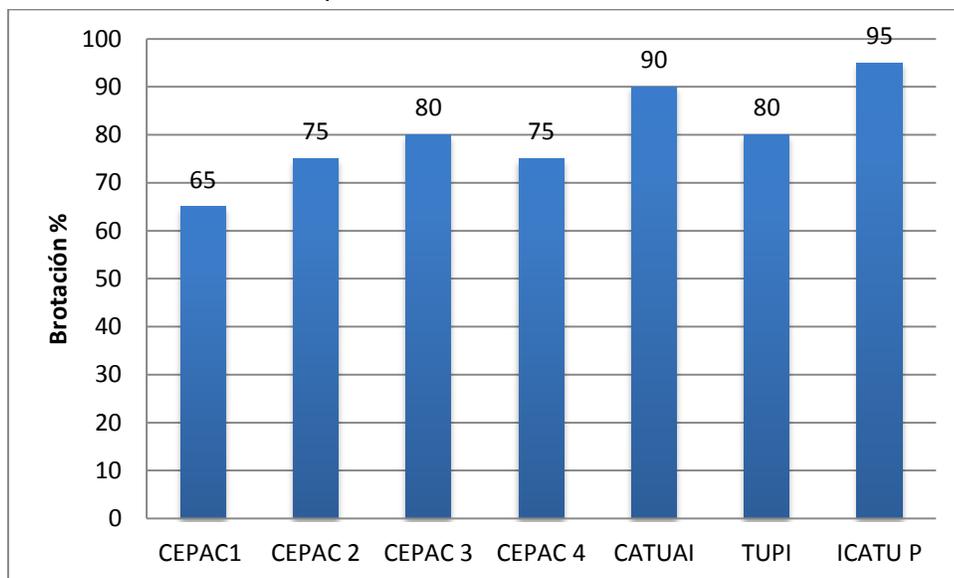
Los resultados de esta variable días a la germinación nos indican que la variedad de mejor vigor es CEPAC 3 alcanzando un 90 % de germinación y la de menor vigor CEPAC 1 con un 70%.

Según Arcila (1996) las semillas de café son recalcitrantes al desprenderse de la planta tienen altos contenidos de humedad, son muy sensibles a la desecación y pierden su viabilidad rápidamente aun con altos contenidos de humedad. Por esta razón las semillas de café pierden rápidamente su viabilidad.

5.1.5. Días a la brotación

Esta variable se registro a los 55 días desde el almacigo en platos plásticos y los resultados se aprecian en la figura 8.

Figura 8. Días a la brotación de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



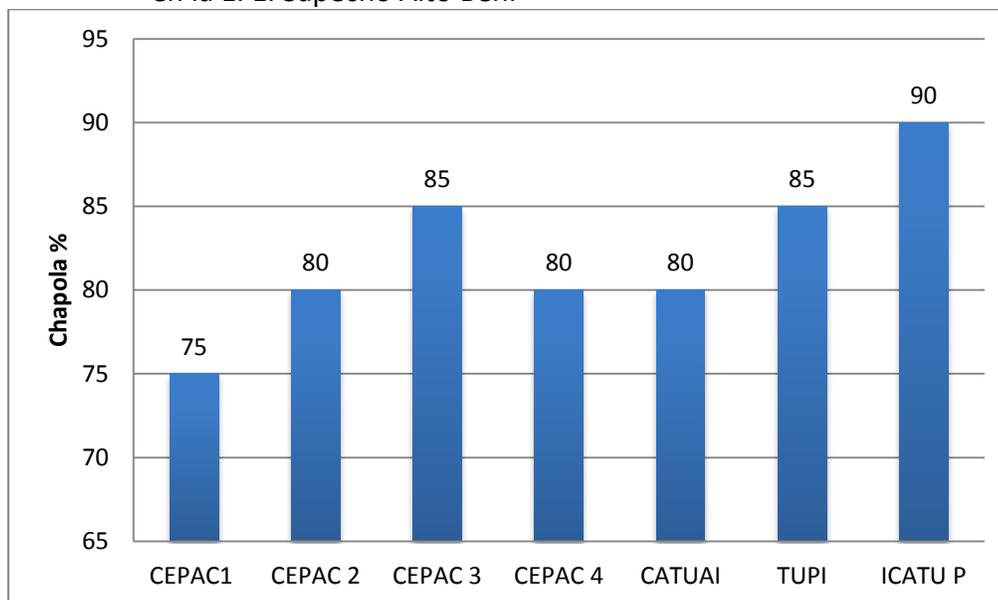
Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

El análisis de esta variable días a la brotación indica que la variedad de mejor vigor es ICATU-PRECOZ alcanzando un 95 % y la de menor brotación es CEPAC 1 con un 65 %. El vigor de un lote de semillas se define como el conjunto de propiedades que determinan el nivel de actividad y capacidad de las semillas durante la germinación y posterior emergencia (brotación) de las plántulas. Las semillas con buen comportamiento se consideran semillas de alto vigor (Pérez, 1999).

5.1.6. Días a la chapola o mariposa

Se registro a los 65 días de un total de 20 semillas por variedad en platos de plástico, cuando el 50 % de los plantines alcanzaron esta fase, los resultados se muestran en la figura 9.

Figura 9. Días a la chapola o mariposa de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

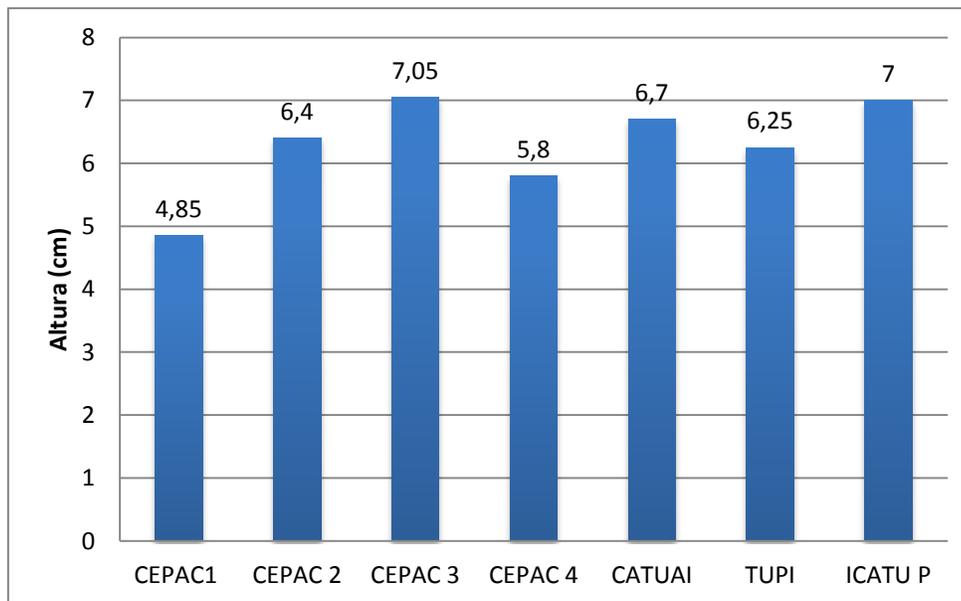
El resultado de esta variable días a la chapola registra que la variedad de mejor desarrollo es ICATU-PRECOZ alcanzando un 95 % y la menor es CEPAC 1 con un 65 %. Según Cuba (2007) en el germinador, hasta el estado de chapola¹, puede durar de 45 a 65 días en las zonas bajas. En este estudio estas variedades de café alcanzaron este estado en 65 días coincidiendo con lo propuesto anteriormente.

¹ Estado fisiológico en donde aparecen dos "prehojas" u hojas cotiledóneas opuestas

5.1.7. Altura de plantines primera cruz

Los resultados de esta variable corresponden al registro de datos realizado a los 45 días del trasplante o repique (Figura 10).

Figura 10. Altura de plantines 1ra cruz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Se observan las diferencias de altura que presentaron los plantines. La variedad CEPAC 3 y CATUAI, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 7,05 y 6,70 cm y CEPAC 1 presento 4,85 cm el de menor altura.

Los resultados para la variable de respuesta altura de planta a la primera cruz, se sometieron a un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la altura de plantines 1ra cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	21.46285714	3.57714286	6.23	0.0002 *
Error	35	20.10500000	0.57442857		
Total	41	41.56785714			

CV = 12.04 %

El análisis estadístico muestra diferencias altamente significativas entre las variedades de café, para la variable de respuesta altura de planta a la primera cruz, lo que se entiende que al menos dos variedades de café alcanzaron mayores promedios de altura de planta, a la primera cruz.

Para mejor comprensión de estos resultados se requiere la prueba de Tukey, la cual se muestra en el cuadro 8.

El coeficiente de variación con un porcentaje igual a 12.04 nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales, ya que este valor se encuentra en el rango aceptable.

La variable altura de plantines 1ra cruz de café fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey

Cuadro 8. Comparación de medias para la altura de plantines a la 1ra cruz de café.

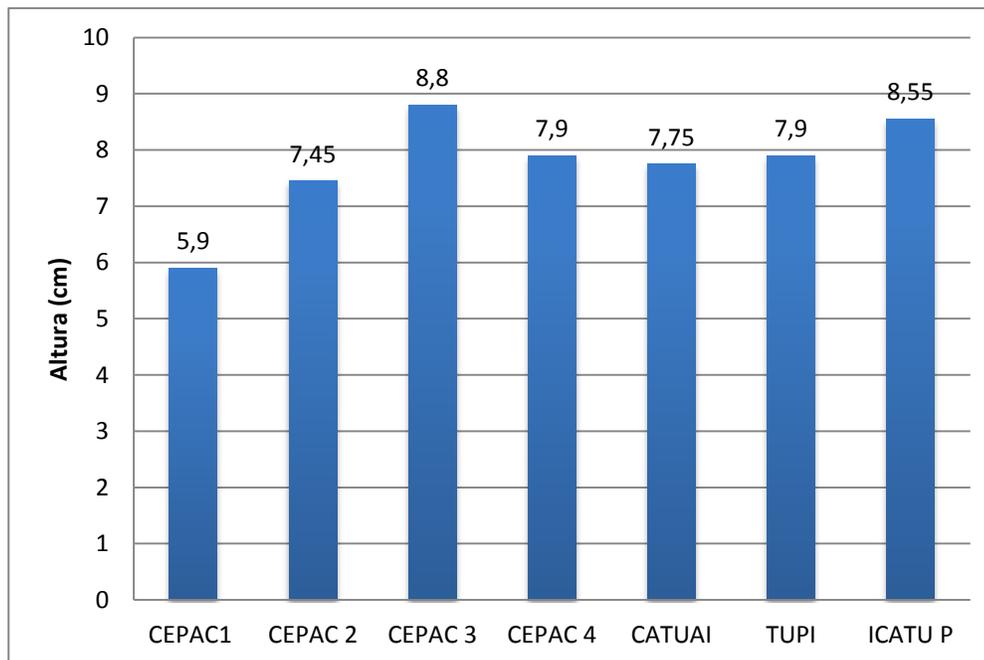
Variedad	Medias de altura de plantines 1ra cruz	Tukey 5 %
CEPAC 1	4.85	A
CEPAC 4	5.80	A B
TUPI	6.25	B
CEPAC 2	6.40	B
CATUAÍ	6.70	B
ICATU-PRECOZ	7.00	B
CEPAC 3	7.05	B

Interpretando los resultados de la prueba de medias el mayor promedio de altura de planta a la primera cruz pertenecen a la variedad CEPAC 3 con una media igual a 7.05 cm, seguido por ICATU-PRECOZ con una media igual a 7.00 cm, estadísticamente la variedad CEPAC 1 fue la que alcanzo el más bajo promedio en altura de planta. Cuba (2007) señala que el primer par de hojas en zonas bajas aparecen entre los 30 y 45 días después del repique.

5.1.8. Altura de plantines segunda cruz

El registro de datos de esta variable altura de plantines 2da cruz se realizo a los 67 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 11.

Figura 11. Altura de plantines 2da cruz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

La variedad CEPAC 3 e ICATU-PRECOZ, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 8,8 y 8,55 cm respectivamente, mientras que CEPAC 1 presento 5,9 cm el de menor altura.

Se presenta el análisis de varianza de la variable altura de plantines 2da cruz en el cuadro 9.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la altura de plantines 2da cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	31.68571429	5.28095238	14.23	<.0001 *
Error	35	12.99333333	0.37123810		
Total	41	44.67904762			

CV = 7,87 %

Los resultados dados por el análisis de varianza indican que hubo diferencias altamente significativas entre variedades, en cuanto a la altura de planta en la segunda cruz, lo que se entiende que estadísticamente existe al menos dos variedades que obtuvieron las mayores altura de planta en comparación de las otras variedades, para lo cual se requiere realizar la prueba de Tukey la cual nos indicara con más precisión cuál de las variedades fueron las que obtuvieron las mejores alturas de planta.

El coeficiente de variación igual a 7.87 por ciento, indica el buen manejo de las unidades experimentales fueron de manera homogénea.

En el cuadro 10 se muestra la variable altura de plantines 2da cruz de café fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey.

Cuadro 10. Comparación de medias para la altura de plantines a la 2da cruz de café.

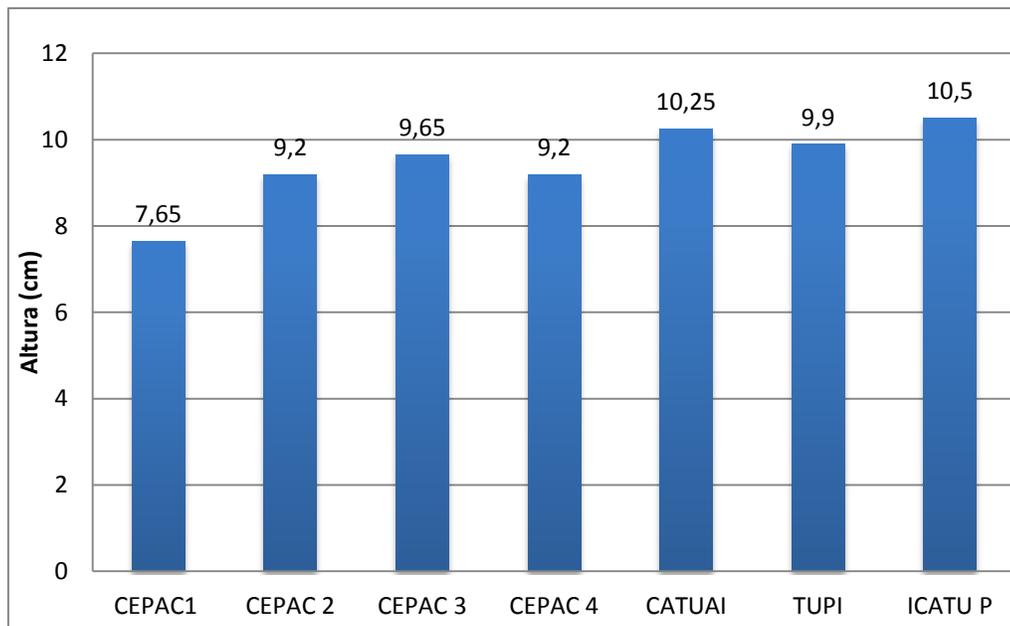
Variedad	Medias de altura de plantines 2da cruz	Tukey 5 %
CEPAC 1	5.90	A
CEPAC 2	7.45	B
CATUAÍ	7.75	B C
CEPAC 4	7.90	B C
TUPI	7.90	B C
ICATU-PRECOZ	8.55	B C
CEPAC 3	8.80	C

Los resultados estadísticamente nos indica que la variedad CEPAC 3 fue la variedad que mayor altura de planta obtuvo con una media igual a 8.80 cm seguida por la variedad CEPAC 2 con media igual a 7.45 cm respectivamente. En último lugar se encuentra la variedad CEPAC 1 con una media igual a 5.90 cm, siendo esta la variedad que menor altura alcanzo en relación a las otras 6 variedades de café. El ambiente desempeña un papel importante en el comportamiento de todo ser vivo, la temperatura y la altitud actúan estimulando el crecimiento de las plantas hasta cierto tiempo (Chávez , 1993).

5.1.9. Altura de plantines tercera cruz

La toma de datos de esta variable altura de plantines 3ra cruz se realizo a los 90 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 12.

Figura 12. Altura de plantines 3ra cruz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Se observan las diferencias de altura que presentaron los plantines. La variedad ICATU-PRECOZ y CATUAI, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 10,5 y 10,25 cm, en tanto CEPAC 1 presento 7,65 cm el de menor altura.

En el cuadro 11 se presenta el análisis de varianza de la variable altura de plantines 3ra cruz.

Cuadro 11. Análisis de varianza para la altura de plantines 3ra cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	32.06571429	5.34428571	4.65	0.0014 *
Error	35	40.22500000	1.14928571		
Total	41	72.29071429			

CV = 11.31 %

El análisis de varianza para esta variable indica que existen diferencias altamente significativas en la altura de planta en la tercera cruz, lo que se entiende que estadísticamente existen dos variedades de café que alcanzaron un alto promedio en cuanto a altura, esto en relación de las demás variedades de café. Para poder identificar cuál de las variedades alcanzó la mayor altura de planta en la sexta cruz es necesario realizar la prueba de Tukey.

El coeficiente de variación, con un valor igual a 11.31 por ciento, nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales por lo tanto los datos son confiables.

La variable altura de plantines 3ra cruz de café fueron comparados con la prueba de comparación de medias Tukey (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de medias para la altura de plantines a la 3ra cruz de café.

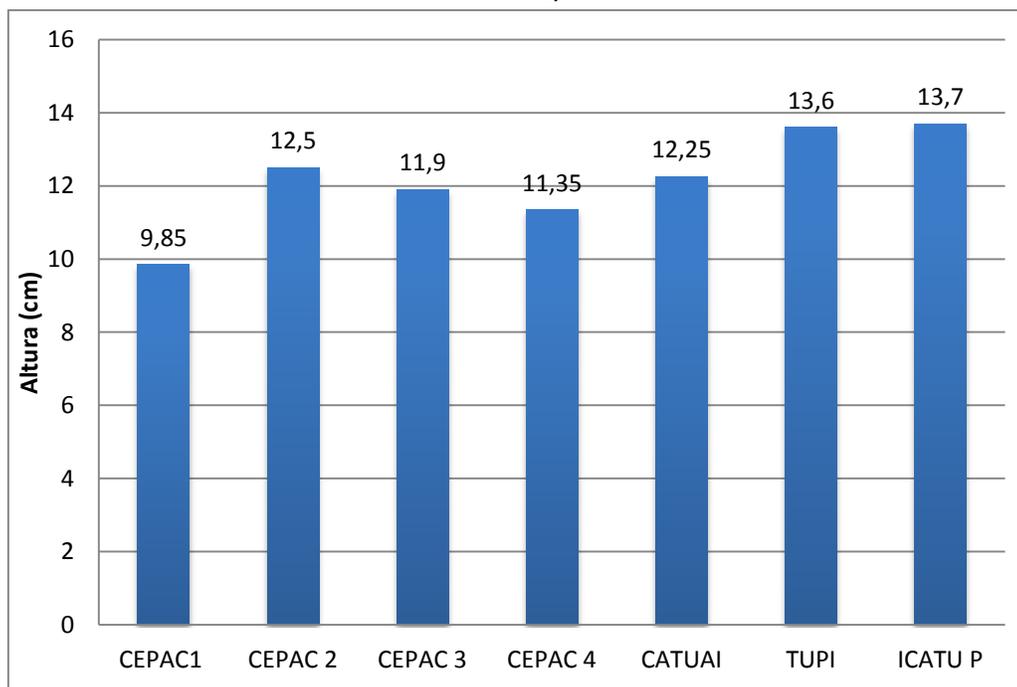
Variedad	Medias de altura de plantines 3ra cruz	Tukey 5 %
CEPAC 1	7.65	A
CEPAC 4	9.20	A B
CEPAC 2	9.20	A B
CEPAC 3	9.65	B
TUPI	9.90	B
CATUAÍ	10.25	B
ICATU-PRECOZ	10.50	B

La prueba de Tukey a un 5 por ciento de error, estadísticamente indica que las variedades ICATU-PRECOZ, CATUAI, TUPI, CEPAC 3 tienen alturas similares con medias igual a 10.50, 10.25, 9.90, 9.65 cm respectivamente obteniendo estos el primer lugar, seguido por la variedad CEPAC1 con media igual a 7.65 cm, siendo esta la de menor tamaño. Para el traslado a parcela definitiva, los plantines deben tener de cuatro a seis meses con la formación de dos a tres cruces (Figueroa 1996, citado por Quisberth 2004). En esta investigación alcanzaron la tercera cruz a los 90 días empleando un menor tiempo a lo recomendado.

5.1.10. Altura de plantines cuarta cruz

La base de datos de esta variable altura de plantines 4ta cruz se la registro a los 105 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 13.

Figura 13. Altura de plantines 4ta cruz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

La variedad ICATU-PRECOZ y TUPI, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 13,7 y 13,6 cm, mientras que CEPAC 1 presento 9,85 cm el de menor altura.

Esta variable se sometió a un análisis de varianza como se muestra en el cuadro 13.

Cuadro 13. Análisis de varianza para la altura de plantines 4ta cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	63.77142857	10.62857143	9.27	<.0001 *
Error	35	40.1250000	1.1464286		
Total	41	103.8964286			

CV = 8.80 %

El análisis de varianza para la altura de planta en la cuarta cruz indica la diferencia altamente significativa en tres variedades, lo que indica que existe una variedad de mayor altura en comparación a las demás variedades, en la cuarta cruz, por lo que se realizara la prueba de Tukey para poder identificar cual o cuales de la variedades son las de mayor altura durante el desarrollo de la presente investigación.

El coeficiente de variación igual a 8.80 por ciento, indica el buen manejo de las unidades experimentales, por lo tanto los datos son confiables.

Para esta variable se utilizo la prueba de significancia de Tukey (Cuadro 14).

Cuadro 14. Comparación de medias para la altura de plantines a la 4ta cruz de café.

Variedad	Medias de altura de plantines 4ta cruz	Tukey 5 %
CEPAC 1	9.85	A
CEPAC 4	11.35	A B
CEPAC 3	11.90	B C
CATUAI	12.25	B C
CEPAC 2	12.50	B C
TUPI	13.60	C
ICATU-PRECOZ	13.70	C

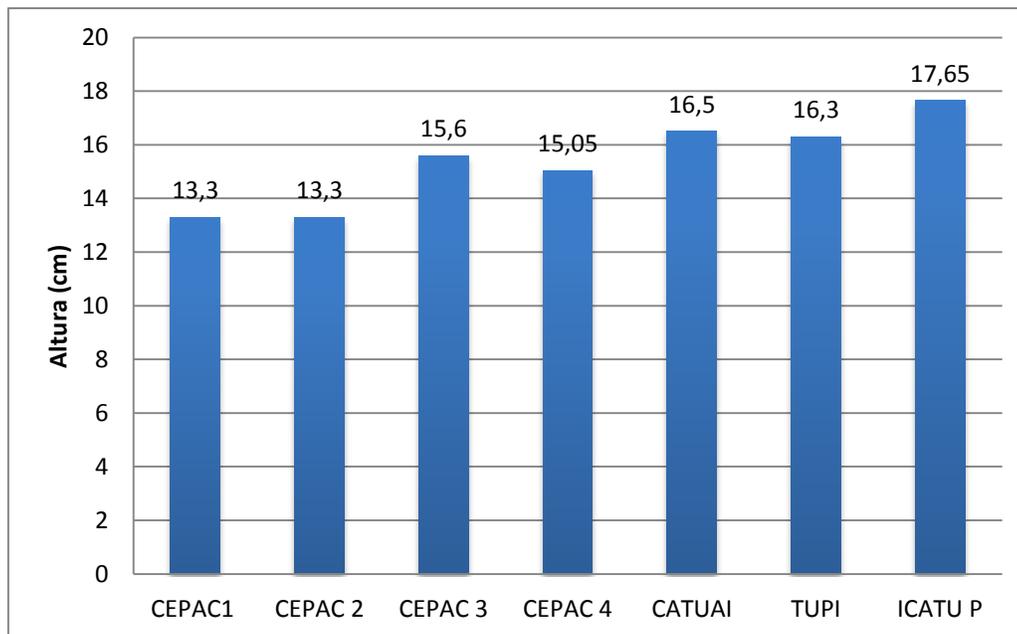
La prueba Duncan al 5 por ciento de error, indica que existen tres grupos, el primero conformado por las variedades ICATU-PRECOZ y TUPI con medias igual a 13.70 y 13.60 cm respectivamente, las cuales fueron las de mayor altura de planta, seguidas por las variedades CEPAC 2, CATUAI y CEPAC 3 con promedios igual a 12.50, 12.25, 11.90 cm respectivamente. Estadísticamente la variedad CEPAC 1 es la de menor altura.

La herencia es la transmisión de los caracteres morfológicos y fisiológicos de los padres a sus descendientes (Chávez, 1993). Las variedades ICATU-PRECOZ y TUPI manifiestan sus características hereditarias al obtener las mayores alturas a la cuarta cruz en comparación a la primera cruz.

5.1.11. Altura de plantines quinta cruz

El registro de esta variable altura de plantines 5ta cruz se la obtuvo a los 120 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 14.

Figura 14. Altura de plantines 5ta cruz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Se observan las diferencias de altura que presentaron los plantines. La variedad ICATU-PRCOZ y CATUAI, fueron las que obtuvieron las mayores alturas con 17,65 y 16,3 cm en cuanto a CEPAC 1 y 2 presentaron 13,3 cm las de menor altura.

Se presenta el análisis de varianza al que fue sometida esta variable como se muestra en el cuadro 15.

Cuadro 15. Análisis de varianza para la altura de plantines 5ta cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	96.38142857	16.06357143	9.58	<.0001 *
Error	35	58.6900000	1.6768571		
Total	41	155.0714286			

CV = 8.42 %

Para la variable altura de planta en a la quinta cruz, el análisis de varianza muestra diferencias altamente significativas entre las variedades de café, lo que indica que estadísticamente al menos existe dos variedades las cuales son las de mayor altura de planta a la quinta cruz, para una mejor comprensión e identificación de dicho tratamiento, es necesario realizar la prueba Tukey.

El coeficiente de variación igual a 8.42 por ciento, indica el buen manejo de las unidades experimentales, por lo tanto los datos son confiables.

Se realizo la prueba de significancia de Tukey (Cuadro 16).

Cuadro 16. Comparación de medias para la altura de plantines a la 5ta cruz de café.

Variedad	Medias de altura de plantines 5ta cruz	Tukey 5 %
CEPAC 2	13.30	A
CEPAC 1	13.30	A
CEPAC 4	15.05	A B
CATUAI 3	15.60	A B C
TUPI	16.30	B C
CATUAI	16.50	B C
ICATU-PRECOZ	17.65	C

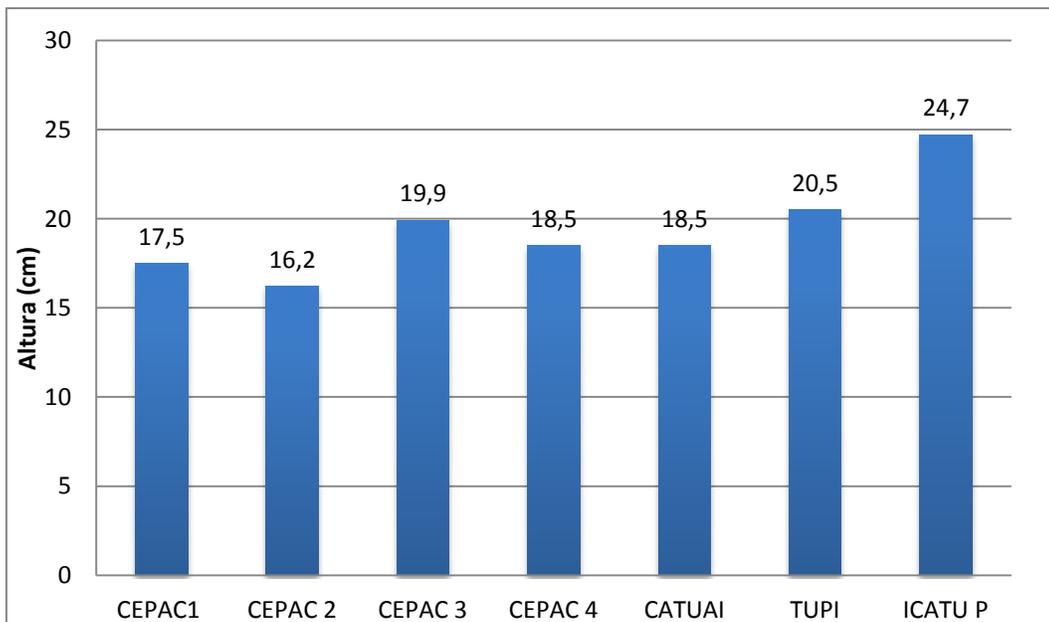
La prueba Tukey indica que la variedad ICATU-PRECOZ tuvo la mayor altura de planta en la quinta cruz con una media igual a 17.65 cm, seguida por la variedad CEPAC 2 y CEPAC 1 estadísticamente con media igual a 13.30 cm, las variedades que menor altura de planta obtuvieron durante el ensayo.

El ambiente es el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos, y que afectan directamente su desarrollo (Chávez, 1993). La variedad ICATU tiene la característica de ser precoz y de porte alto en comparación a las demás variedades.

5.1.12. Altura de plantines sexta cruz (Altura final)

Los resultados de esta variable altura de plantines 6ta cruz se la obtuvo a los 140 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 15.

Figura 15. Altura de plantines 6ta cruz (Altura final) de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

La variedad ICATU-PRECOZ y TUPI, fueron los que obtuvieron las mayores alturas con 24,7 y 20,5 cm respectivamente, mientras que CEPAC 2 presento 16,2 cm el de menor altura.

Los registros de esta variable fueron llevadas a un análisis de varianza (Cuadro 17)

Cuadro 17. Análisis de varianza para la altura de plantines 6ta cruz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	270.1200000	45.0200000	16.40	<.0001 *
Error	35	96.0800000	2.7451429		
Total	41	366.2000000			

CV = 8.54 %

El análisis de varianza para la altura de planta en la sexta cruz indican las diferencias altamente significativas entre las variedades, por lo que se entiende que la altura de planta entre variedades son distintas, habiendo entre estas al menos una variedad que es mayor que las demás, para identificar esta variedad de mayor altura es necesario realizar la prueba Tukey, la cual se presentara en el cuadro 18.

El coeficiente de variación el cual es un parámetro de aceptación y la confiabilidad de los datos da como dato 8.54 por ciento, el cual está dentro del parámetro de aceptación del buen manejo de las unidades experimentales.

Se realizo la prueba de significancia de Tukey (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias para la altura de plántines a la 6ta cruz de café.

Variedad	Medias de altura de plántines 6ta cruz	Tukey 5 %
CEPAC 2	16.20	A
CEPAC 1	17.50	A B
CATUAÍ	18.50	A B C
CATUAI 4	18.50	A B C
CEPAC 3	19.90	B C
TUPI	20.50	C
ICATU-PRECOZ	24.70	D

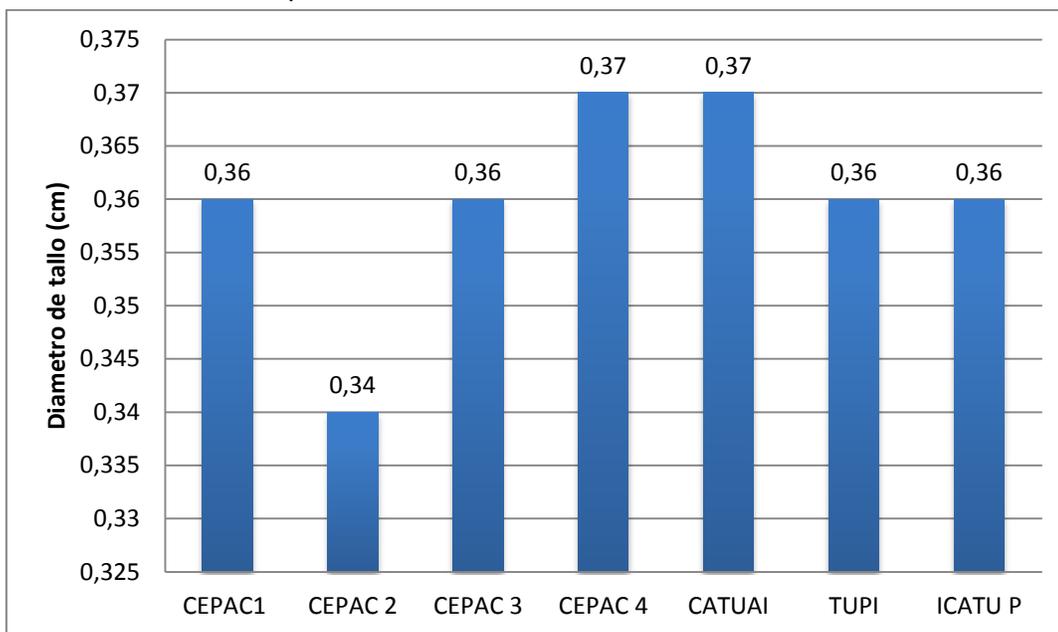
La prueba Tukey a un 5 por ciento de error, señala que la variedad ICATU-PRECOZ con media igual a 24.70 cm, fue la variedad que mayor altura de planta dio durante el desarrollo del ensayo, seguida por la variedad TUPI con media igual a 20.50 cm y estadísticamente en último lugar se presenta la variedad CEPAC 2 con promedio de altura igual a 16.20 cm. La temperatura actúa estimulando el crecimiento de las plantas hasta cierto límite y que la misma es influida por la altitud (Quisberth, 2004).

La presente investigación se la realizo a 422 msnm y alcanzando una altura máxima de 24.70 cm en 140 días. En su investigación, Mamani (2012), su altura máxima fue de 22,06 cm en 180 días en la variedad paraíso en la misma altitud. Estos resultados se atribuyen a las variedades utilizadas.

5.1.13. Diámetro de tallo

Los datos de esta variable diámetro de tallo se la obtuvo a los 140 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 16.

Figura 16. Diámetro de tallo de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

En esta variable se observan las diferencias de diámetro que presentaron los plantines. La variedad CEPAC 4 y CATUAI, fueron los que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm y CEPAC 2 presento 0,34 cm el de menor diámetro.

Los registros de esta variable fueron llevadas a un análisis de varianza (Cuadro 19)

Cuadro 19. Análisis de varianza para diámetro de tallo de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	0.33912857	0.05652143	0.40	0.8741
Error	35	4.94883333	0.14139524		
Total	41	5.28796190			

CV = 10.32 %

En cuanto al diámetro de planta, el análisis estadístico muestra que no existe diferencia significativa entre las variedades de café, ya que los mismos estadísticamente presentan promedios de diámetro similares, por lo que no es necesario realizar la prueba Tukey ya que se espera que de los mismos resultados, pero para efectos de comprobación de resultados esta prueba se presentaran en el cuadro 19.

El coeficiente de variación es 10.32 por ciento lo que nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables.

Se realizo la prueba de significancia de Tukey (Cuadro 20).

Cuadro 20. Comparación de medias para diámetro de tallo de café.

Variedad	Medias de diámetro de tallo	Tukey 5 %
CEPAC 2	0.34	A
TUPI	0.36	A
CEPAC 1	0.36	A
ICATU-PRECOZ	0.36	A
CEPAC 3	0.36	A
CEPAC 4	0.37	A
CATUAÍ	0.37	A

La prueba Tukey a través de la interpretación de letras, nos indica que no existe diferencias significativas estadísticamente en cuanto al diámetro de tallo de las diferentes variedades.

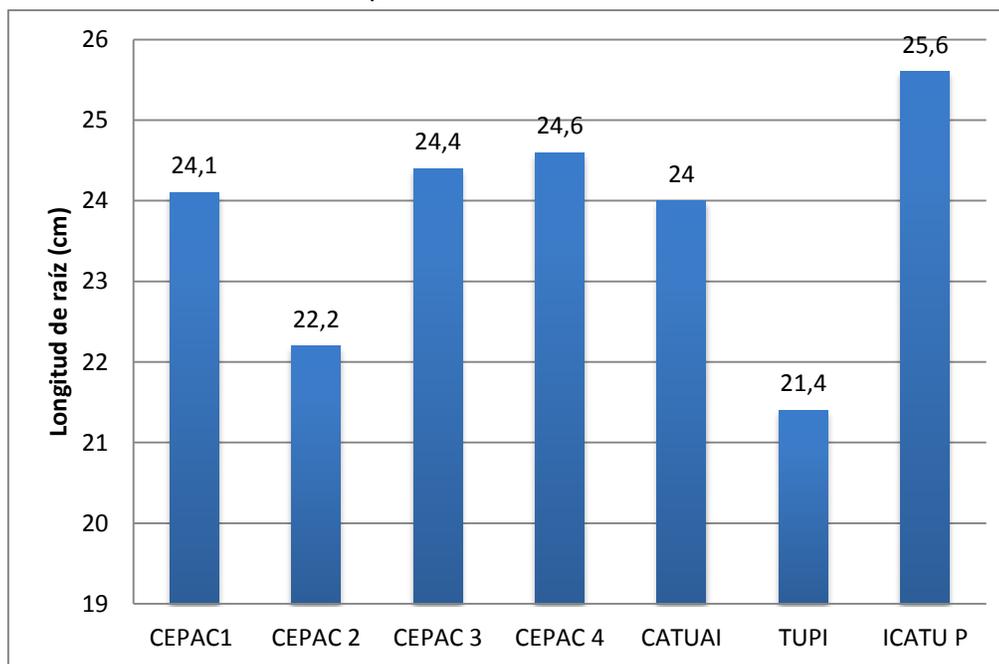
Chavez (1993) señala que la herencia es la transmisión de los caracteres morfológicos y fisiológicos de los padres a sus descendientes.

Estas variedades tienen como progenitores a Híbrido Timor, Caturra y Typica , este podría ser la razón de la similitud de diámetros. En su investigación Mamani (2012) obtuvo el mayor diámetro en la variedad paraíso de 0.33 cm a 422 msnm en 180 días y en las mismas condiciones la variedad CEPAC 4 y CATUAÍ, fueron los que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm en 145 días. Estos resultados se atribuyen a las variedades utilizadas.

5.1.14. Longitud de la raíz

El registro de esta variable longitud de raíz se las tabulo a los 170 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 17.

Figura 17. Longitud de raíz de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Se observan las diferencias de longitud de raíz que presentaron los plantines. La variedad ICATU-PRECOZ, fue la que obtuvo la mayor longitud con 25,6 cm, mientras que TUPI presento 21,4 cm el de menor longitud.

Los datos de esta variable fueron llevadas a un análisis de varianza como se aprecia en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Análisis de varianza para longitud de raíz de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	63.38571429	10.56428571	1.83	0.1296
Error	28	161.8000000	5.7785714		
Total	24	225.1857143			

CV = 10.12 %

En cuanto a la longitud de raíz, el análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre las variedades de café, ya que los mismos estadísticamente presentan promedios de longitud de raíz similares.

El coeficiente de variación es 10.12 por ciento lo que nos indica que hubo un buen manejo de las unidades experimentales y que los datos son confiables.

La variable longitud de raíz fue llevada a la prueba de significancia de Tukey como se muestra en el Cuadro 22.

Cuadro 22. Comparación de medias para longitud de raíz de café.

Variedad	Medias de longitud de raíz	Tukey 5 %
TUPI	21.4	A
CEPAC 2	22.2	A
CATUAÍ	24.0	A
CEPAC 1	24.1	A
CEPAC 3	24.4	A
CEPAC 4	24.6	A
ICATU-PRECOZ	25.6	A

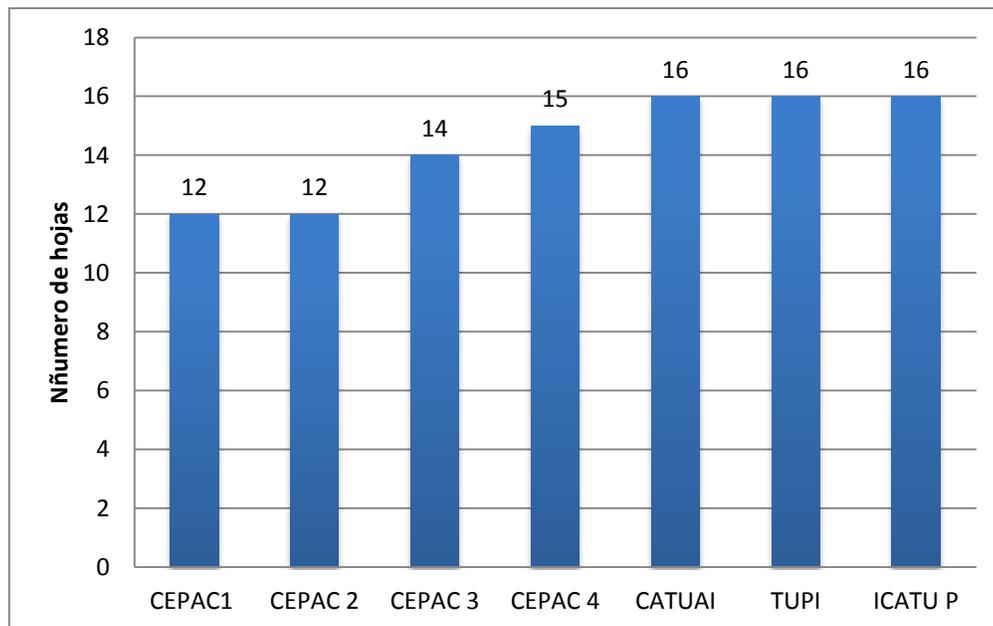
La prueba Tukey presenta, a través de la interpretación de letras, que no existe diferencias significativas en cuanto la longitud de raíz de las diferentes variedades.

La tierra de vivero debe ser suelta, de textura franco, franco-arenosa o franco-arcillosa con 24 % de estiércol (Figueroa, 2006). La disponibilidad de materia orgánica permite un buen desarrollo de planta en la parte aérea como la radicular.

5.1.15. Número de hojas

El registro de datos de esta variable altura número de hojas se realizó a los 170 días del trasplante o repique, como se muestra en la figura 18.

Figura 18. Número de hojas de siete variedades de café introducidas en la E. E. Sapecho Alto Beni



Fuente: elaboración propia periodo 2012- 2013

Se muestra los promedios de número de hojas obtenido en cada variedad. Las variedades CATUAI, TUPI e ICATU-PRECOZ tuvieron 16 hojas, indica que los plantines presentaron aproximadamente 8 pares de hojas. En tanto los que obtuvieron menor cantidad de hojas fueron CEPAC 1 y CEPAC 2 fueron quienes obtuvieron 6 pares de hojas.

Los datos de esta variable fueron llevadas a un análisis de varianza como se aprecia en el Cuadro 23.

Cuadro 23. Análisis de varianza para número de hojas de café.

FV	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Variedad	6	117.0000000	19.5000000	9.18	<.0001 *
Error	35	74.3333333	2.1238095		
Total	41	191.3333333			

CV = 9.94 %

El análisis de varianza para la variable número de hojas dio altamente significativo, por lo que se entiende que el número de hojas son distintas entre las diferentes variedades de café.

El coeficiente de variación es igual a 9.94 por ciento, indica el buen manejo de la unidades experimentales además de la confiabilidad de los datos obtenidos durante el ensayo del presente trabajo.

La variable número de hojas fue llevada a la prueba de significancia de Tukey como se muestra en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Comparación de medias para número de hojas de café

Variedad	Medias de número de hojas	Tukey 5 %
CEPAC 2	12	A
CEPAC 1	12	A
CEPAC 3	14	A B
CEPAC 4	15	B
TUPI	16	B
ICATU-PRECOZ	16	B
CATUAI	16	B

La prueba Tukey al 5 por ciento de error indica que las variedades CATUAI, ICATU-PRECOZ, TUPI con medias igual a 16 hojas y CEPAC 4 con 15 hojas, fueron las variedades que mayor cantidad de número de hojas alcanzaron estadísticamente durante el desarrollo del ensayo, seguida por los tratamiento CEPAC 1 y CEPAC 2 con medias igual a 12 hojas en ambas variedades.

La herencia es la transmisión de los caracteres morfológicos y fisiológicos de los padres a sus descendientes (Chávez, 1993). En su investigación Mamani (2012) obtuvo el mayor número de hojas en la variedad paraíso con 8 pares de hojas a 422 msnm en 180 días y en esta misma altitud las variedades ICATU-PRECOZ, TUPI y CATUAI, fueron los que obtuvieron el mismo número de hojas en 170 días. Estos resultados podrían ser al tener las mismas condiciones de desarrollo.

5.2. Adaptación de las variedades de café al lugar de estudio.

Dentro los objetivos planteados, en el presente estudio, se presentan en la segunda parte el análisis de las variedades mejor adaptadas al lugar de estudio (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comparación de las variedades de café introducidas a la E. E. de Sapecho, Alto Beni

Variable de respuesta	Variedad sobresaliente	Cantidad	Unidad
Altura final (6ta cruz)	ICATU-PRECOZ	24,7	cm
	TUPI	20.5	cm
Diámetro de tallo	CEPAC 4 y CATUAI	0,37	cm
	TUPI, CEPAC 1, CEPAC 3 e ICATU-PRECOZ	0.36	cm
Longitud de raíz	ICATU-PRECOZ	25,6	cm
	CEPAC 4	24.6	cm
Número de hojas	CATUAI, ICATU-PRECOZ y TUPI	16	-
	CEPAC 4	15	-

Los resultados señalan que en la variable altura final la variedad ICATU-PRECOZ con media igual a 24.70 cm, fue la variedad de mayor altura de planta durante el desarrollo del ensayo. Esta variedad viene del cruzamiento entre Borbón Amarillo x Mundo Novo ambos de porte alto, aspecto que pudo influir en su crecimiento y la temperatura también actúa estimulando el crecimiento de las plantas hasta cierto límite y que la misma es influida por la altitud (Quisberth, 2004). La variedad TUPI obtuvo 20.5 cm quedando como la segunda variedad en altura considerada de porte bajo.

En esta variable se observan las diferencias de diámetro que presentaron los plantines. La variedad CEPAC 4 y CATUAI, fueron los que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm respectivamente. Chavez (1993) señala que la herencia es la transmisión de los caracteres morfológicos y fisiológicos de los padres a sus

descendientes. Estas variedades tienen como progenitores a IPR-98 x Icatu Precoz y Caturra x Mundo Novo. En su investigación Mamani (2012) obtuvo el mayor diámetro en la variedad paraíso de 0.33 cm a 422 msnm en 180 días y en la misma altitud la variedad CEPAC 4 y CATUAI, fueron los que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm en 145 días. Estos resultados se atribuyen a las variedades utilizadas.

De acuerdo a la investigación en la variable longitud de raíz la variedad ICATU-PRECOZ, fue la que obtuvo la mayor longitud con 25,6 cm respectivamente, proviene del cruzamiento entre Borbón Amarillo x Mundo Novo ambos de porte alto, aspecto que pudo influir en esta variable. Para el sustrato en esta investigación se utilizó un suelo con las características del lugar. Se llenaron las bolsas con la siguiente relación: 5;1;1;1 es decir tierra del lugar, arena, aserrín descompuesto y gallinaza. Figueroa, 2006 señala que la disponibilidad de materia orgánica permite un buen desarrollo de la planta en la parte aérea como la radicular.

En la variable número de hojas las variedades CATUAI, TUPI e ICATU-PRECOZ tuvieron 16 hojas, indica que los plantines presentaron aproximadamente 8 pares de hojas a los 175 días. En su investigación Mamani (2012) obtuvo el mayor número de hojas en la variedad paraíso con 8 pares de hojas en 180 días y en la misma altitud.

Una de las formas para mejorar el sistema productivo, desde el punto de vista de sostenibilidad, es el uso de variedades más adaptadas a las condiciones climáticas de cada localidad. Chávez (1993). Señala que el ambiente desempeña un papel importante en el comportamiento de todo ser vivo; se describe como el conjunto de condiciones o circunstancias externas que rodean a todos los seres vivos, y que afectan su desarrollo.

5.3. Relación beneficio-costo

De acuerdo a los objetivos planteados, en el presente estudio, se presentan en la tercera parte el análisis de la relación beneficio-costo para producir 4000 plantines de café en vivero (Cuadro 26).

Cuadro 26. Costos de producción para producir 4000 pl/ha de café

Labores	Unidad	Precio Unidad (Bs)	Cant.	Valor (Bs)
Insumos				
Semilla	kg	50	3.5	175
Bolsas de polietileno	Pieza	0.10	4000	400
Gallinaza	Bolsa	5	1	5
Aserrín descompuesto	Bolsa	5	1	5
Malla semisombra	Alquiler	120	1	120
Labores culturales				
Preparación del sustrato	Jornal	80	2	160
Llenado de bolsas	Jornal	80	2	160
Siembra	Jornal	80	2	160
Riego	Jornal	(10 bs/sesión)	15	150
Deshierbe	Jornal	80	2	160
Control de plagas enfermedades				
Fungicidas	Bolsa	50	1	50
Otros gastos				
Material de escritorio	Pieza	25	2	50
SUB TOTAL 1				1595
Imprevistos 10%				159.5
Costo total para producir 4000 plantas				1754.5 Bs

Valor Bruto del Producto

$$VBP = Rendimiento * Precio$$

$$VBP = 4000 \text{ pl} * 1 \text{ Bs/pl}$$

$$VBP = 4000 \text{ Bs}$$

Ingreso Neto

$$IN = VBP - CP$$

$$IN = 4000 \text{ Bs} - 1754.5 \text{ Bs}$$

$$IN = 2245.5 \text{ Bs}$$

Beneficio/Costo (B/C)

$$B/C = \frac{IN}{CP}$$

$$B/C = \frac{2245.5 \text{ Bs}}{1754.5 \text{ Bs}}$$

$$B/C = 1.28 \text{ Bs (existe ganancia)}$$

En el análisis económico en la producción de plantines de café en vivero en la presente investigación existe un beneficio de tal manera por cada 1 Bs invertido se tiene 0.28 Bs de ganancia. Los datos expresan los costos de producción para 4000 plantines, por tanto para producir una planta en bolsa este tendría un costo de 0.26 Bs. Los precios de venta fueron establecidos de acuerdo al desarrollo alcanzado por las plántulas y guardan relación a precios que se manejan en la zona.

Según Mamani (2012) para producir una planta de café en bolsa tendría un costo de 0.36 Bs. En la presente investigación los costos de producción alcanzaron 0.88 Bs por planta. Esta diferencia se debe al costo de la semilla y las bolsas de polietileno. El mismo autor señala que los costos de producción de plantines en vivero disminuyen cuando se producen en grandes cantidades. El manejo de los plantines en vivero es de suma importancia, debido al cuidado que se les debe brindar para obtener plantas sanas y vigorosas que resistan las condiciones del lugar definitivo.

6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones

Se procedió al análisis y sistematización de los resultados, considerando los objetivos y las variables de estudio planteadas se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la variable longitud de semilla se observan las diferencias que presentaron, la variedad CEPAC 2 y 3 e ICATU-PRECOZ, fueron los que obtuvieron mayor longitud con 1,16 cm respectivamente, mientras que CEPAC 4 presento 0,97 cm el de menor longitud.
- Las diferencias de ancho de semilla que se presentaron muestran que la variedad TUPI e ICATU-PRECOZ, fueron los que obtuvieron mayor ancho con 0,9 y 0,85 cm. CEPAC 1 y CATUAI presentaron 0,8 cm el de menor ancho.
- En cuanto a la variable altitud de semilla los resultados mostraron que la variedad TUPI, fue la que obtuvo mayor espesor con 0,5 cm, mientras que CEPAC 2 presento 0,4 cm el de menor altitud.
- En días a la germinación la variedad de mejor vigor es CEPAC 3 alcanzando un 90 % de germinación y la de menor vigor CEPAC 1 con un 70%. Analizando estos datos, la viabilidad de semillas (no durmientes), hace referencia a su capacidad de germinar y de originar plántulas normales en condiciones ambientales favorables.
- El análisis de la variable días a la brotación señala que la variedad de mejor vigor es ICATU-PRECOZ alcanzando un 95 % y la de menor brotación es CEPAC 1 con un 65 %. Las semillas de café son recalcitrantes es decir que pierden rápidamente su viabilidad cuando disminuye su humedad.

- El resultado de esta variable días a la chapola registra que la variedad de mejor desarrollo es ICATU-PRECOZ alcanzando un 95 % y la menor es CEPAC 1 con un 65 %.
- Con respecto a los mayores valores en altura final (6ta cruz) fueron las variedades ICATU-PRECOZ y TUPI, las que obtuvieron las mayores alturas con 24,7 y 20,5 cm respectivamente, mientras que CEPAC 2 presento 16,2 cm el de menor altura. Estadísticamente existen diferencias significativas entre las variedades.
- En diámetro de tallo la variedad CEPAC 4 y CATUAI, fueron las que obtuvieron los mayores diámetros con 0,37 cm y CEPAC 2 presento 0,34 cm el de menor diámetro. No existen diferencias altamente significativas entre las variedades.
- Las diferencias de longitud de raíz que presentaron los plantines, mostraron que la variedad ICATU-PRECOZ, fue la que obtuvo la mayor longitud con 25,6 cm y TUPI presento 21,4 cm el de menor longitud. El análisis estadístico muestra que no existen diferencias significativas entre las variedades de café, ya que los mismos estadísticamente presentan promedios de longitud de raíz similares.
- En el promedio de número de hojas las variedades CATUAI, TUPI e ICATU PRECOZ tuvieron 16 hojas, indica que los plantines presentaron aproximadamente 8 pares de hojas. En tanto que CEPAC 1 y CEPAC 2 fueron quienes obtuvieron la menor cantidad de hojas 6 pares.
- Dentro las variedades mejor adaptadas al lugar de estudio ICATU-PRECOZ destaco en altura final, diámetro de tallo, longitud de raíz y número de hojas. Esta variedad viene del cruzamiento entre Borbón Amarillo x Mundo Novo ambos de porte alto, aspecto que pudo influir en sus características

morfológicas y las variedades CATUAI, CEPAC 4 y TUPI fueron las que también sobresalieron en estas variables de estudio.

- En la relación beneficio-costos de este cultivo en vivero existe un beneficio de tal manera por cada 1 Bs invertido se gana 0.28 Bs. Los datos expresan los costos de producción para 4000 plantines. Los precios de venta fueron establecidos de acuerdo al desarrollo alcanzado por las plántulas y guardan relación a precios que se manejan en la zona.

7. Recomendaciones

- Se recomienda tomar en cuenta otras variables de respuesta como ángulo de inserción de las hojas, área foliar que permitan tener datos más precisos para poder evaluar estas variedades de café. Así también probar diferentes sustratos y ver si tienen algún efecto.
- Es recomendable hacer el repique en estado de fosforito, de la almaciguera a las bolsas de polietileno, debido a que se tendrá menos problemas con raíces torcidas. Si se repica en estado de chapola o mariposa se tendrá que podar la raíz principal antes del transplante y esto ocasionaría un aumento en mortandad.
- Se tendría que realizar estudios sobre la incidencia de enfermedades como *Damping off* el mal de almacigo, ojo de gallo (*Mycena citricolor*), que se presentaron en el experimento.
- Las variedades de café introducidas al sector del Alto Beni en esta primera fase demostraron sus propias características, sobresaliendo en su germinación, diámetro de tallo y altura final. Para corroborar estos datos se tendría que repetir esta investigación y así poder tener resultados más confiables.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Arteaga, J. 2010. *Apuntes de diseños experimentales I. Facultad de agronomía. La Paz, Bolivia.*
- Blanco, O. 2006. *Historia del café en la región andina. 2 ed. UTAB del CIEP. La Paz, Bolivia 141 p.*
- Braudeau, P. 2003. *Técnicas agrícolas en la producción de granos. Cochabamba, Bolivia. 76 p.*
- Castellón, R. 2002. *El cultivo del café en Santa Cruz. CIAT. 35 p.*
- Chávez, M. 1969. *Manual de plantas económicas de Bolivia. Cochabamba, Bolivia. ICTHUS. P. 119-123.*
- Chino, M. 1995. *Comportamiento agronómico de tres cultivares de café en la provincia Nor Yungas-Carmen pampa. Tesis de grado de Licenciatura de Ingeniería Agronómica, UMSA. La Paz, Bolivia. 110 p.*
- Carta Geográfica IGM. 1968. *Instituto Geográfico Militar. La Paz, Bolivia.*
- Cárdenas, S. 2007. *Caracterización morfológica y agronómica de la colección de núcleo de café del CATIE. Tesis de Magister SCientiae en Agricultura ecológica. Turrialba, Costa Rica. (en línea). (Fecha de consulta: 25 febrero 2014). Disponible en: <<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contento/libro10/cap06.htm>>.*
- Chavez, J. 1993. *Mejoramiento genético de las plantas. México D. F. Ed. San Luís. 115 p.*
- Chavez, L. 2007. *Cultivo del cafeto en la amazonia de Brasil. 75 p.*
- Chilón, E. 1997. *Manual de fertilidad de suelos y nutrición vegetal. La Paz, Bolivia. Ed. Centro de Investigación y Difusión de Alternativas Tecnológicas para el Desarrollo (C.I.D.A.T.). 185 p.*
- Cuba, N. 2007. *Manual para el cultivo del café en Yungas. La Paz, Bolivia. Ed. Unidades Académicas Campesinas UACs. 157 p.*
- ELC (Espacio Local de Concertación del Café). 2014. *La Paz, Bolivia. s Ed.*
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). *Cultivos andinos. (en línea). (Fecha de consulta: 25 febrero 2012). Disponible*

en:<<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap06.htm>>.

FECAFEB (Federación de Caficultores Exportadores Bolivianos). 2005. *Cultivos tropicales*. (en línea). (fecha de consulta: 25 febrero 2012). Disponible en:<<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro11/cap04.htm>>.

Fernández, J. 1988. *Cultivo del cafeto*. La Habana, Cuba. 240 p.

Figuerola, R. 2006. *Guía para la caficultura ecológica*. Lima Perú. 69 p.

Fuentes, Y. 1999. *Manual practico sobre utilización de suelos y fertilizantes*. Mundiprensa. 68 p.

Gallo, R. 2005. *Cultivos tropicales*. Buenos Aires, Argentina. 103 p.

Gómez, R. 2009. *Una guía para el cultivo del café en los Yungas de Bolivia*. Lima, Perú. 35 p.

Guerrero, A. 2003. *El suelo, los abonos y la fertilización*. 53 p.

Gutiérrez, B. 2006. *Bonos orgánicos. Tecnología adecuada para el manejo de suelos*. Lima, Perú. 156 p.

IBTA (Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria). s/f. *Estrategias de desarrollo para el vivir bien*. 64 p..

Jacob, A. 2006. *Fertilización: Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Hannover. 125 p.

Lara, A. 2001. *Diseño estadístico de experimentos, análisis de la varianza y temas relacionados: tratamiento informático mediante SPSS*. Ed. Proyecto Sur. Buenos Aires, Argentina. 65 p.

Labrador, M. 1996. *La materia orgánica en los agroecosistemas naturales de America Latina*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Mundi-Prenga. Madrid, España. 98p.

Lucero, L. 2014. *Propagación asexual del litchi (Nephelium litchi) mediante diferentes técnicas de acodo aéreo con tres enraizadores (Hormona, Agua de coco y Miel) en la Estación Experimental de Sapecho*. Tesis de grado de Licenciatura de Ingeniería Agronómica, UMSA. La Paz, Bolivia. 110 p

- Mamani, R. 2012. *Evaluación de dos variedades de café (Coffea arabica) bajo tres formas de producción en vivero en la Estación Experimental de Sapecho. Tesis de grado de Licenciatura de Ingeniería Agronómica, UMSA. La Paz, Bolivia. 70 p.*
- Marzoca, A. 1985. *Nociones básicas de Taxonomía Vegetal. IICA, San José, Costa Rica. 263 p.*
- Mena, O. 1987. *Fitotecnia del café. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 118 p.*
- Ministerio de Planificación Estratégica. 2000. *Plan Nacional de Desarrollo. La Paz, Bolivia. 155 p.*
- Moya, F. 2014. *Proyecto de café en Moxos. (en línea). (Fecha de consulta: 25 enero 2015). Disponible en:< <http://dc373.4shared.com/doc/XmMFzB1/preview.html>>.*
- Nuñez, N. 1993. *Análisis bromatológico comparativo de hoja y grano de café, en sus regiones de Bolivia. Tesis de grado para obtener el título en Licenciatura en Farmacia y Bioquímica. 153 p.*
- Ochoa, R. 2007. *Diseños Experimentales. La Paz, Bolivia. s.Ed. 299 p.*
- Pacheco, L. 1992. *Manejo de la fertilidad de suelos. Bogotá, Colombia. Ed. Lama. 68 p.*
- Paredes, G. 2007. *El café en América del sur. Colombia, Bogotá. 80 p.*
- PDM (Plan Desarrollo Municipal de Palos Blancos). 2008. *La Paz, Bolivia. 350 p.*
- Perez, G. 1999. *Viabilidad de las semillas. . (en línea). (Fecha de consulta: 20 enero 2015). Disponible en:<<http://www.semillas.org/es/a7/c8.htm>>.*
- Peñafiel, W. 2009. *Apuntes de diseños experimentales II. La Paz, Bolivia.*
- Poisson, W. 2005. *Manual para la Manipulación de semillas en laboratorio. (en línea). (Fecha de consulta: 25 febrero 2015). Disponible en:<<http://www.es/agri/cdrom/contenido/libro10/cap55.htm>>.*
- Quisberth, C. 2004. *Respuesta de plantulas de café (Coffea arabica) a la aplicación de diferentes dosis de abonos orgánicos líquidos en la provincia Caranavi. Tesis de grado de Licenciatura de Ingeniería Agronómica, UMSA. La Paz, Bolivia. 83 p.*

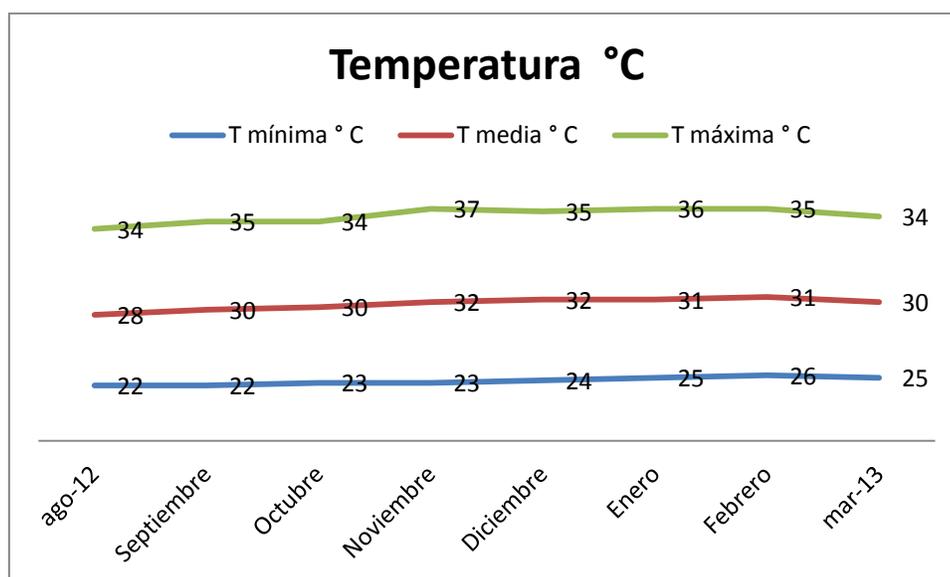
- Ramírez, A. 1998. *Manual del caficultor. Guía del productor de café*. Centro Chasqui. La Paz, Bolivia. 55 p.
- Redecca, P. 2008. *Mejoramiento de las semillas comerciales en América Central*. (en línea). (Fecha de consulta: 25 febrero 2014). Disponible en:<<http://www.rlc.fhiaorg/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro10/cap06.htm>>.
- Santancreo, D. 1996. *Conservación de las semillas*. Bogotá, Colombia. s.Ed. 57 p.
- Sotil, F. 2003. *Dinámica poblacional de microorganismos en el suelo*. Bogotá, Colombia. 56 p.
- Sotomayor, R. 2000. *Efecto del Volumen de Compost*. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. U.M.S.A. La Paz, Bolivia. 96 p.
- Stehmann, C. 2003. *Abonos naturales y su importancia*. Madrid, España. 75 p.
- Sumar, T. 1993. *Cultivos en grano en Los Yungas*. 2 ed. Lima, Perú. Ed. Trillas. 87 p.
- Tapia, M. 1980. *Fomento de los cultivos subtropicales subexplotados*. Buenos Aires, Argentina. Ed. Santa Fe. 97 p.
- Tejerina, O. 1992. *Un gran alimento. Trabajo en el sector agrícola*, 3(4). Lima, Perú. 96 p.
- Villegas, R. 2007. *Comportamiento de brotes basales con aplicación de técnicas de estimulación en árboles improductivos de cacao (Theobroma cacao L.) – Sapecho*” Tesis de grado de Licenciatura de Ingeniería Agronómica, UMSA. La Paz, Bolivia. 85 p.

ANEXOS

Anexo 2. Estación meteorológica CAMPBELL SCIENTIFIC. CR 200 de la Estación Experimental de Sapecho – UMSA e indica la extracción de los datos meteorológicos de temperatura y precipitación gestión agrícola 2012-2013.

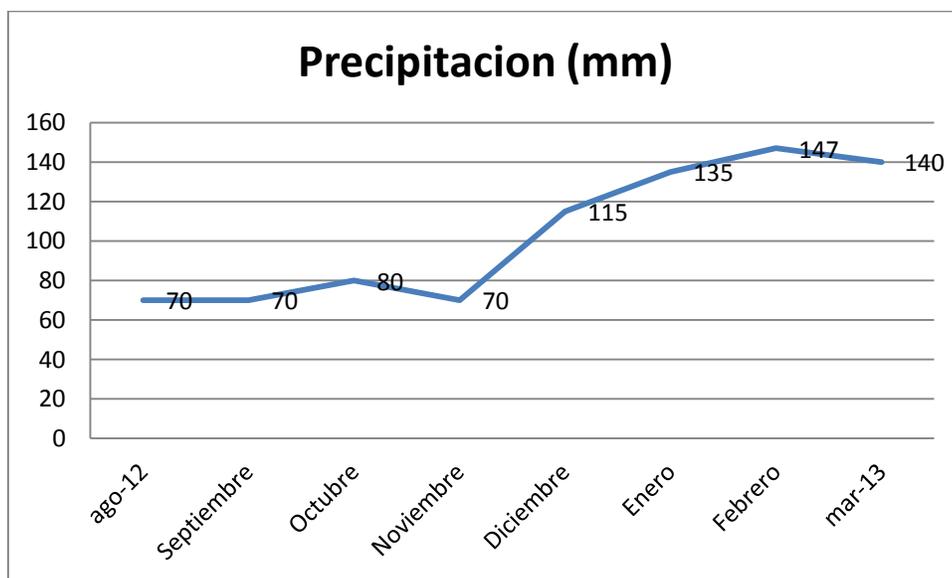
Temperatura

Meses	T mínima ° C	T media ° C	T máxima ° C
Agosto 2012	22	28	34
Septiembre	22	30	35
Octubre	23	30	34
Noviembre	23	32	37
Diciembre	24	32	35
Enero	25	31	36
Febrero	26	31	35
Marzo 2013	25	30	34



Anexo 3. Estación meteorológica CAMPBELL SCIENTIFIC. CR 200 de la Estación Experimental de Sapecho – UMSA e indica la extracción de los datos meteorológicos de precipitación gestión agrícola 2012-2013.

Meses	Precipitación (mm)
Agosto 2012	70
Septiembre	70
Octubre	80
Noviembre	70
Diciembre	115
Enero	135
Febrero	147
Marzo 2013	140



Anexo 4. Genealogía de las variedades de café.

N°	Variedad	Genealogía	Introducción
1	CEPAC 1 (IPR 98)	Villa Sarchi 971/10 x Híbrido de Timor 832/2	Brasil
2	CEPAC 2 (IPR – 59)	Villa Sarchi 971/10 x Híbrido de Timor 832/2	Brasil
3	CEPAC 3 (Catuai)	Catuai x Icatu	Brasil
4	CEPAC 4	IPR-98 x Icatu Precoz	Brasil
5	Catuai Rojo IAC-81	Caturra y Mundo Novo	Brasil
6	Tupí IAC-1669/33	Villa Sarchi 971/10 x Híbrido de Timor 832/2	Brasil
7	Icatu-Precoz IAC-3282	Borbón Amarillo x Mundo Novo	Brasil

Anexo 5. Cronología en vivero de las variedades de café.



Construcción de la almaciguera



Cernida de la tierra del lugar



Mezcla del sustrato



Desinfección del sustrato



Almacigo de las semillas de café



Almaciguera de las variedades de café



Repique del café



Instalación del diseño experimental



Área de estudio



Toma de datos



Registro de la variable longitud de la raíz



Trasplante de la variedades de café en parcela definitiva

Anexo 6. Las 7 variedades de café en producción en la Estación Experimental de Sapecho a los 2 años campaña agrícola 2014-2015.



CEPAC 1 (IPR 98)



CEPAC 2 (IPR – 59)



CEPAC 3 (Catucaí)



CEPAC 4



Catuai Rojo IAC-81



Tupí IAC-1669/33



Icatu-Precoz IAC-3282