

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



**“EFECTO DE LA POLINIZACIÓN ARTIFICIAL Y LA
APLICACIÓN DE OXIDO CUPROSO EN EL RENDIMIENTO
DEL CACAO (*Theobroma cacao* L.) EN TINGO MARÍA”**

TESIS

Para optar el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Manuel Ramírez Sánchez

PROMOCIÓN I - 1998

“Profesionales Unasinos Líderes hacia el Tercer Milenio”

TINGO MARÍA – PERU

2003

DEDICATORIA

A Dios

A mis padres: JUAN y JUANA, con mucho amor porque han hecho más de lo que cualquier credo logró para hacerme bueno y más de lo que los afanes de cualquier fé hicieron para hacerme feliz, quizás después de todo eso es lo que significa ser AMIGO.

A mis hermanos: JUAN JOSE, LUIS ALBERTO y MAGALY, con mucho cariño por su gran amistad que es algo que no tiene medida para contarlo, es algo tan puro que solo puede vivir en el alma.

A todos mis familiares, por sus constantes consejos y que de una u otra manera hicieron que pueda culminar con mis estudios.

“Es bueno saber que hay hombres de ciencia, pero es mejor que seamos hombres de conciencia”

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a todos los docentes de la Facultad de Agronomía, quienes fueron parte en mi formación profesional.
- Al Ing. JORGE ADRIAZOLA DEL ÁGUILA, quien tomó la responsabilidad de patrocinar la presente tesis.
- Al Ing. M. Sc. ENRIQUE ARÉVALO GARDINI, por su invaluable apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. LUIS ZÚÑIGA CERNADES, por su orientación y confianza permanente durante la ejecución del presente trabajo.
- Al Instituto de Cultivos Tropicales, por el aporte del material didáctico utilizado en el presente trabajo de tesis.
- Al Servicio Nacional de Sanidad Agraria, por el aporte de insumos y herramientas utilizado en el presente trabajo de tesis.
- A BORIS YAP VIENA, por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de tesis.
- A HUGO VIENA VELA, por el apoyo brindado durante la ejecución del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1 Generalidades del cacao	11
2.2 Descripción de la flor.....	12
2.3 Sistemas de compatibilidad genética del cacao.....	13
2.4 Polinización manual suplementaria del cacao	14
2.5 Protección del fruto con aplicación de químicos	24
2.6 Marchitamiento temprano de frutos o cherelles ...	29
III. MATERIALES Y MÉTODOS	31
3.1 Ubicación del experimento	31
3.2 Instalación del experimento	31
3.3 Condiciones del campo experimental	32
3.4 Condiciones climáticas	33
3.5 Componentes en estudio	34
3.6 Tratamientos en estudio	34
3.7 Diseño experimental	34
3.8 Observaciones registradas y metodología	36
3.9 Ejecución del experimento	40

IV. RESULTADOS	43
4.1 Peso de semilla húmeda y seca	43
4.2 Número de frutos cosechados y cherelles	51
4.3 Presencia de enfermedades	58
4.4 Eficiencia de polinización	60
4.5 Análisis de Rentabilidad.....	61
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES	76
VIII. RESUMEN	77
IX. BIBLIOGRAFÍA	79
X. ANEXO	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento	32
2. Datos meteorológicos registrados entre los meses de mayo a noviembre de 1999 en Tingo María	33
3. Tratamientos en estudio del experimento	34
4. Esquema del análisis de variancia	35
5. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres peso de semilla húmeda y seca (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$)	43
6. Cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para peso de semilla húmeda y seca	44
7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio de los caracteres peso de semilla húmeda y semilla seca del cultivo de cacao	45
8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal del factor formas de polinización (A) en el peso de semilla húmeda y semilla seca del cultivo de cacao	49
9. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos cosechados y cherelles (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$)	51

10.	Resumen de los cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para número de frutos cosechados y cherelles	52
11.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio de los caracteres número de frutos cosechados y cherelles	53
12.	Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal del factor formas de polinización (A) en el número de frutos cosechados y cherelles	56
13.	Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos afectados con <i>Moniliophthora</i> y <i>Phytophthora</i> (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$)	58
14.	Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos y cojines afectados con "escoba de bruja" (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$)	59
15.	Prueba de significación según la distribución de t de la eficiencia de polinización de dos tratamientos en estudio	60
16.	Análisis de rentabilidad de los tratamientos aplicados (B/C)	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Peso de semilla húmeda de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja	46
2. Peso de semilla seca de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja	47
3. Efecto de la forma de polinización en la producción de semilla húmeda y seca	50
4. Frutos cosechados de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja	54
5. Frutos cherelles de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja	55
6. Efecto de la forma de polinización en el número de frutos cosechados y cherelles	57
7. Relación beneficio / costo de los tratamientos en estudio del presente experimento	62
8. Diagrama de la parcela de Bella Baja	98

I. INTRODUCCIÓN

En el cultivo de cacao se recomienda comúnmente, que la poda de rehabilitación o poda sanitaria se realice después de los meses de mayor cosecha, y esto ocurre en nuestras condiciones, en los meses de setiembre y octubre, con la finalidad de reducir básicamente el exceso de sombra y disminuir el potencial de inóculo de las enfermedades fungosas.

La propuesta de esta investigación se basa en la polinización manual suplementaria en la época de menor precipitación pluvial que coincide con la época de menor floración natural, pero protegiendo a los frutos con fungicidas cúpricos.

Esta ventaja nos permitiría, que si forzamos una mayor fecundación, se incrementaría el número de frutos a cosechar en una época mas concentrada.

El objetivo principal del agricultor que cultiva cacao, es lograr mayor rendimiento en grano seco por hectárea y no interesa si esa cosecha se da estacionalmente o en todo el año pero seria más conveniente que su cosecha sea más concentrada en algún mes del año, lo cual permitiría reducir los costos de producción.

Si asumimos que el potencial de rendimiento que tiene una planta de cacao es como mínimo de 1 kg de grano fermentado y seco, entonces debe ser preocupación del productor que el número de frutos a cuidar y cosechar no sea menor a 25 y este se puede lograr mediante la polinización artificial y otras practicas que ayudan a concentrar la producción en una época propicia para los frutos.

Los objetivos de la investigación son:

- Determinar el efecto de la polinización manual en el rendimiento del cacao.
- Determinar el efecto de control de enfermedades en los frutos por el oxido cuproso.
- Determinar el análisis de rentabilidad (B/C) de los tratamientos en estudio por efecto de la polinización artificial y aplicación de óxido de cuproso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DEL CACAO

El cacao de acuerdo a su clasificación taxonómica se ubica como:

Orden	:	Malvales
Clase	:	Dicotiledonea
Familia	:	Esterculiaceae
Tribu	:	Birtneriaceae
Género	:	<i>Theobroma</i>
Nombre científico	:	<i>Theobroma cacao</i> L.
Nombre común	:	Cacao

El cacao se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1000 m.s.n.m. explotado comercialmente dentro de un cinturón relativamente estrecho del Ecuador. La temperatura óptima anual debe ser de 25°C. La distribución de las lluvias varía grandemente de región en región y es el factor principal de las diferencias observadas en el manejo del cultivo (20).

La profundidad del suelo, es uno de los factores que determinan la cantidad de agua susceptible de ser almacenado en el suelo y puesto a disposición de las plantas; los suelos franco arcillosos y franco arenosos son óptimas para el cacao, que aseguran buen drenaje y movimiento del aire, el pH debe ser de 6.5 (20).

De acuerdo a estudios realizados en el Alto Huallaga, se ha establecido que la efectividad de polinización natural del cacaotero es de alrededor de una flor por árbol por día (17).

Como la polinización natural del cacao se realiza por medio de insectos, es conveniente ayudar a una mejor multiplicación de los insectos polinizadores para aumentar el número de flores polinizadas y así elevar la producción (17).

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA FLOR

Las flores aparecen sobre la corteza vieja, bien sea en el tronco o en las ramas principales, la primera floración se puede producir a la edad de dos años en variedades muy precoces, pero aparece más corrientemente en el tercer o cuarto año. La época de la floración depende de las condiciones climáticas siendo favorecida la floración por temperaturas medias elevadas y lluvias abundantes.

La flor esta sostenida por un pedicelo de 1 a 3 cm. Es de pequeña talla (su diámetro varia de 0.5 a 1 cm) regular, pentámera. Los cinco sépalos, soldados por su base, son blancos o teñidos de rosa los cinco pétalos, alternos con los sépalos.

El ovario supero comprende cinco cavidades que contienen cada una de seis a diez óvulos dispuesto alrededor del eje central del ovario. El estilo es tubular, terminando en cinco estigmas.

El androceo está compuesto por cinco estambres que alternan con cinco estaminodios estériles. Estambres y estaminodios están soldados por su base para formar un tubo muy corto, mientras que los estaminodios, de color pardo violáceo, son erguidos y rodean el estilo. Cada estambre es doble, proviniendo en realidad de la fusión de otros dos estambres, y las anteras portan cuatro sacos polínicos.

La abertura del botón floral empieza por la tarde cuando comienzan a entreabrirse las extremidades de los sépalos y se completa a las primeras horas de la mañana siguiente. La dehiscencia de las anteras aparece al abrirse la flor y el polen es funcional inmediatamente; los granos de polen, esferoidales, son de pequeña dimensión (16 a 23 micras). Su viabilidad es de corta duración y no sobrepasa las 48 horas en condiciones naturales (11).

2.3 SISTEMAS DE COMPATIBILIDAD GENÉTICA EN EL CACAO

Existen plantas de cacao autocompatibles e incompatibles. Sin embargo también existen plantas intercompatibles e interintercompatibles.

2.3.1 Plantas auto-compatibles. Son aquellas plantas cuyas flores pueden cruzarse con ella misma y con todas las demás.

2.3.2 Plantas auto-incompatibles. Son aquellas cuyas flores no pueden cruzarse con ella misma.

2.3.3 Plantas inter-compatibles. Son aquellas cuyas estructuras florales de reproducción no pueden cruzarse con ellas mismas, sin embargo pueden cruzarse con otras plantas autoincompatibles.

2.3.4 Plantas inter-incompatibles. Son aquellas cuyas estructuras florales de reproducción no pueden cruzarse con ella misma ni con otras plantas autoincompatibles (11).

2.4 POLINIZACIÓN MANUAL SUPLEMENTARIA DEL CACAO

La polinización artificial o suplementaria del cacao puede hacerse con varias finalidades; producción de semilla o mazorcas para estudios científicos, como genéticos, fitopatológicos y de calidad; producción de semilla certificada de

híbridos; y producción de semilla para aumentar la producción en un área determinada (10).

Con base a estudios realizados en otras zonas productoras de cacao, se concluye que mediante la polinización artificial de flores individuales se puede duplicar la cantidad de mazorcas aún en árboles muy productivos. Obteniéndose así una mayor producción y hasta una reducción del ataque de enfermedades de las mazorcas tales como "Escoba de bruja" y *Phytophthora* conforme se ha comprobado preliminarmente en el Ecuador (17).

Un mayor porcentaje de éxito se tiene en la polinización cuando ésta se realiza el mismo día que la flor se abre. Algunas polinizaciones pueden tardar 48 horas para fecundar el óvulo, y las más tardías podrían durar hasta 72 horas (10).

En la zona del Alto Huallaga y Pachitea la época mas adecuada para polinizar artificialmente es de mayo a julio con lo que se compensa la deficiencia de insectos polinizadores en dichas épocas, a la vez de obtenerse después de 6 meses un segundo periodo de cosecha significativa adicional a la cosecha principal entre abril y agosto (17).

Hay algunas discrepancias en la literatura sobre el valor de aumentar manualmente las polinizaciones en las plantas de cacao como una práctica

económica para aumentar los rendimientos. Lo cierto es que en la mayoría de los árboles, en un cacaotal corriente, hay mucho marchitamiento de frutos, que aumentaría considerablemente si se polinizan artificialmente las flores (10).

2.4.1 Prácticas preliminares de polinización

Antes de realizar la polinización es importante tener las siguientes consideraciones:

1. Seleccionar bien la plantación que va a polinizarse y debe tener gran cantidad de flores en los meses de polinización manual, así como buena sombra.
2. Seleccionar las plantas que darán polen. Deben ser árboles con buen número de frutos en el tronco y las ramas.
3. Decidir la fecha en que se va a polinizar.
4. Disponer el número necesario de personas que van a polinizar (17).

Para realizar la polinización suplementaria es necesario contar con los siguientes materiales:

- Pinza de punta fina.
- Recipiente para cargar las flores, los que pueden ser vasos de cartón o plástico (17).

2.4.2 Metodología de realizar la polinización suplementaria

1. Se coge una flor del vaso o recipiente y se introduce en ella la pinza, con cuidado para coger el filamento del estambre a 2 mm de su base.
2. Se arranca el estambre suavemente, sin hacer fuerza o apretar mucho la pinza y se saca de la flor.
3. Una vez que se ha sacado el estambre revisar la parte de arriba de las anteras donde debe verse el polen como un polvito color blanco a crema sin brillo. Si en lugar de polvito se ven las anteras cerradas en forma de bolita a perladas, separadas o deformadas debe botarse ese estambre.
4. Finalmente el estambre (polen) se frota en el estigma de las flores madres, se debe frotar suavemente 2 a 3 veces las anteras sobre la superficie del estilo o estigma. Si hay buena luz o se tiene lupa puede verse el polen depositado en el estilo – estigma.
5. El operador puede utilizar el mismo estambre para polinizar 2 – 3 flores, pero sino tiene mucha práctica es mejor usar un estambre para cada flor.
6. En caso de no tener pinza la operación puede hacerse en forma natural (17).

2.4.3 Flores a polinizar

Deben polinizarse las flores del tronco y las ramas gruesas hasta 1.50 y 1.80 m de altura, lo que permite alcanzar las flores sin dificultad y posteriormente las mazorcas. No se recomienda polinizar en troncos delgados y ramas pequeñas y delgadas (17).

2.4.4 Selección de flores a polinizar

Tanto las flores padres como las flores madres deben ser flores frescas o recién abiertas, reconociéndose de la siguiente manera (17):

- **Flor fresca.** Los tejidos son firmes; las anteras se ven fácilmente a través de la capucha de los pétalos, y las anteras son blancas - crema.
- **Flor vieja.** Los tejidos no son firmes, la capucha de los pétalos y las anteras son color amarillento o café.

2.4.5 Época de polinización

Para condiciones del Alto Huallaga, es preferible realizarse esta polinización manual suplementaria durante los meses de junio, julio y agosto para que la cosecha sea entre noviembre y febrero así se producirán mazorcas sanas, pues su crecimiento habrá sido durante los meses en donde el clima sea desfavorable para el desarrollo de enfermedades del fruto. Es importante polinizar en días despejados y en las mañanas, hasta el medio día. Cuando no hay sol se puede prolongar unas horas más. En otras zonas del país la época de polinización manual dependerá de la fisiología de la planta. Las flores que se utilizaran como macho serán sacadas dentro de la misma parcela y que sea una planta auto compatible (17).

Estudios recientes han demostrado la necesidad de buscar un manejo integral (prácticas culturales y químicas) para controlar las enfermedades en cacao. Las podas sanitarias antes del periodo de lluvias, aplicación de fungicidas a los frutos formados en pleno periodo lluvioso logra aumentar los rendimientos, sin embargo estas actividades tienen que estar respaldadas por el beneficio económico obtenido (1).

En los estudios sobre distribución de las cosechas se observó que tanto las variaciones por temporadas de las lluvias como la temperatura ejercen influencia sobre la fructificación. Entre los factores climáticos que afectan el crecimiento y la producción del árbol de cacao, ninguno tiene tanta importancia para el agricultor como el régimen pluviométrico o más específicamente, las variaciones en la disponibilidad de agua para la planta durante el año. Como especies típicas de regiones tropicales bajas, el árbol de cacao es también muy sensible a temperaturas bajas, siendo esta una razón por la cual no existen plantaciones comerciales por encima de los 1000 m.s.n.m. los efectos de las temperaturas bajas sobre el árbol de cacao raramente despiertan la atención del productor, pues, al contrario de las lluvias, ese factor no muestra variaciones de año a otro en una misma zona, factores igualmente importantes, y que en general

tienen sus efectos sobre la producción controlados por el propio agricultor a través del manejo de la sombra (1).

A pesar de ser cultivados en regiones donde las variaciones climáticas durante el año son relativamente pequeñas, el árbol de cacao muestra variaciones periódicas acentuadas tanto en la intensidad de crecimiento vegetativo (flujos foliares), como en la floración y en el ciclo de fructificación o periodo de cosecha. Se han formado diferentes hipótesis para explicar tales variaciones, algunas de las cuales hacen énfasis en la influencia de factores climáticos, otras resaltan la importancia de factores endógenos o correlaciones internas de crecimiento, admiten la influencia tanto de factores exógenos como endógenos. Es muy fácil no admitir la participación de algún estímulo externo de naturaleza climática o micro climática, el cual sería responsable de la iniciación de esos fenómenos. Por otro lado, se sabe que las plantas una vez estimulada para iniciar un ciclo de brotación o floración ya no reaccionaran mas a subsiguientes estímulos exógenos mientras no termine ese ciclo. Tal hecho, demuestra la exigencia de factores internos que ciertamente interfieren en la reacción a estímulos exógenos (1).

Los factores climáticos que más afectan la intensidad de crecimiento y de la floración del árbol de cacao es la distribución de las lluvias (o disponibilidad

de agua) y la temperatura. La acción de estos factores es muy influenciada por condición interna de la planta, especialmente por su carga de frutos. El periodo del año en que la planta presenta mayor carga de frutos (en termino de peso seco total) generalmente coincide con el de mínima floración (1).

Removiendo los frutos se obtiene un aumento apreciable en la intensidad de la floración. El efecto depresivo de los frutos sobre la floración a sido atribuido, en otras especies, a sustancias de crecimiento producidas por las semillas, tal como al ácido giberélico, cuya acción inhibitoria sobre la iniciación floral es bien conocida (19).

2.4.6 Composición química de la almendra de cacao

Una pepa de cacao sin cáscara, contiene en promedio las siguientes sustancias (14):

Agua	5 - 6 %
Sustancias nitrogenadas	14%
Grasas	53%
Almidón	7 - 10%
Tanino	5 - 6%
Ácidos orgánicos	2 - 3%
Pentosana (poli azúcares)	1,5 %
Fibras brutas	4 %
Ceniza (minerales)	3%

Fosfatidas (sust. Similares a la grasa)]	0,3 - 0,5%
Teobromina	1 - 2%
Cofeína	0,2%

El efecto de la disponibilidad de agua sobre la floración del árbol de cacao ha sido estudiado en varios países. Resultados obtenidos en zonas con estaciones secas bien definidas demuestran claramente la acción depresiva de la deficiencia de agua sobre la floración. Estudios con plantas en macetas también demuestran que la floración disminuye rápidamente, pudiendo paralizarse completamente, cuando las plantas son sometidas a deficiencia hídrica, regando esas plantas después de un periodo seco relativamente largo da como resultado una profusa floración 7 a 8 semanas después de la aplicación del agua. Lo mismo se observa en condiciones de campo siempre que periodos de sequías son interrumpidos por lluvias fuertes. En otras palabras la floración del árbol de cacao reacciona de la misma forma que los flujos foliares o estímulos de naturaleza "hidro periódica" (1).

Se debe destacar que los ritmos de floración y brotación, a pesar de ser estimulado por un mismo factor climático, normalmente no se realizan en forma sincronizada, pues la aparición de las hojas nuevas, en general, antecede a la aparición de las flores en tres o cuatro semanas. La polinización artificial de las flores de cacao es una practica muy común en la obtención de semilla híbrida, y su

utilización con fines de incrementar la producción comercial de grano no muy difundida, sin embargo existen experiencias que demuestran que con esta practica es posible duplicar y hasta triplicar los rendimientos por planta (5).

El bajo porcentaje de fecundación en las plantas puede resultar una menor producción del cacao, principalmente se debe a la actividad de los agentes polinizadores quienes se ven reducidos por efectos climáticos o otras causas (5).

El polen del cacao es pegajoso y por lo tanto la polinización por el viento no puede ocurrir en forma normal. Son entonces ciertos insectos diminutos, tales como áfidos u otros los que se anidan por las flores y estos recogen el polen para luego depositarlo en los estigmas de la misma flor, en otras del mismo árbol o llevarlas a otras plantas (12).

Se asume que la polinización de las flores del cacao, en mas del 95 %, es realizado por los mosquitos del genero *Forcypomia*, insecto que naturalmente vive en poblaciones suficientes dentro del sistema de cacao; Pero, no todas las flores son visitadas y por lo tanto no se logra un buen porcentaje de fecundación. Este insecto "especializado" en la polinización, consideramos no es el único, existen hormigas y otras especies que también visitan las flores del cacao, y estos si tienen facilidades, pueden convertirse en eficientes polinizadores (4).

El incremento de frutos, como resultado de la polinización artificial, y su mantenimiento durante el proceso de crecimiento debe, estar sustentado con un programa de nutrición, por lo tanto es de vital importancia fertilizar el suelo. Las practicas de control de malezas, raleo de sombra, y en algunos extremos, la aplicación de insecticidas ayudan mucho a lograr una producción rentable (17).

2.5 PROTECCIÓN DEL FRUTO CON APLICACIÓN DE QUÍMICOS

La mayoría de las plantas de una población híbrida, son auto incompatible, pero, las flores de otras plantas de la misma población pueden fecundar a otras, lo que asegura la fácil disponibilidad de flores masculinas en una plantación comercial. Los fungicidas cúpricos han demostrado ser los más convenientes para controlar los patógenos en el cultivo de cacao, se recomienda la aplicación del óxido cuproso en dosis de 3 g de ingrediente activo o 6 g de producto comercial de planta por aplicación, con frecuencias mensuales a cada dos meses durante el periodo de floración. Este producto además controla los musgos y líquenes que cubren el tronco y dificultan la actividad de los cojines florales (4).

En Colombia, las investigaciones desarrolladas para el control químico con aplicación de fungicidas cúpricos y sistémicos en aplicaciones al follaje del cacao, han sido desalentadoras en la mayoría de los casos, pues aunque se logró reducir en parte la pérdida en mazorcas, el control sobre las infecciones vegetativas han sido negativas (13).

La mayoría de las enfermedades del fruto del cacao se inicia al momento de la floración, por lo que esta práctica deberá iniciarse en la floración plena y no al mes de la formación del fruto, pues es posible que el fruto este infectado. Los fungicidas sobre la base de cobre son los mas destacados y dentro de ellos en condiciones de campo es eficiente el óxido cuproso (cobre sandoz) por su mayor adherencia y efecto residual (30 a 60 días). Este producto además de controlar las enfermedades del cacao es también eficiente en el control de musgos y líquenes. La aplicación se realiza a partir del tronco hacia arriba por cada uno de las ramas principales de la copa. El óxido cuproso (fungicida, bactericida y plaguicida) que actúa sobre una serie de hongos que afectan a numerosos cultivos. Su formulación en polvo mojable con tamaño de partículas muy pequeñas que le permite una buena adherencia en el tejido vegetal y suspendibilidad en el agua lo que aumenta aun más su actividad biológica. El oxido cuproso es la forma mas activa del cobre que previene la germinación de las esporas, debido a que el ión cúprico inhibe una amplia variedad de enzimas que contienen grupos tiolicos. Es compatible con todos los plaguicidas de uso común a excepción de los mercuriales DNOC (4).

Las investigaciones desarrolladas para el control químico del cacao con fungicidas cúpricos y sintéticos en aplicación al follaje del cacao han sido desalentadoras en la mayoría de casos, pues aunque se logró reducir en parte

la pérdida en mazorca el control sobre las infecciones vegetativas han sido negativos (2, 16).

Diversos autores han planteado que el control químico no ha sido exitoso por varias razones, las cuales incluyen la dificultad para proteger adecuadamente tejidos en rápido crecimiento y la ausencia de fungicidas sistemáticos para proteger a estos (6, 20).

Los fungicidas tienen que estar destinados a proteger a las flores y frutos en desarrollo, a menos que un fungicida sistémico, efectivo y barato sea encontrado (3, 6).

Estudios de estos mismos autores sugieren aplicación de fungicidas a los frutos cuando las condiciones son altamente favorables para la infección y el principal pico de frutos pasando por el estado más susceptible. Las pulverizaciones en este periodo serian realizadas con el objetivo de reducir la mayor pérdida de frutos. Pérdida durante el resto del año seria insignificante (6).

Los fungicidas a base de cobre pueden reducir la pérdida de los frutos y flores si se aplica directamente a estos en el tiempo correcto durante el período de máxima formación y desarrollo de los frutos (7).

En Rondonia recomiendan aplicación de 4% de hidróxido de cobre en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo en frutos en desarrollo (15).

En un experimento realizado en Ouro Preto (Brasil) que fue poda fitosanitaria en setiembre y cuatro pulverizaciones con óxido cuproso (cobre sandoz) en período de diciembre a marzo el resultado obtenido fue de que este experimento presento un control eficaz evidenciando el efecto benéfico de la interacción control cultural y control químico (7).

La remoción de cojines florales y frutos infectados constituyen actualmente la medida recomendada para controlar enfermedades (2).

En Bahía Brasil, se hicieron comparativos de eficiencia técnica y económica de tres fungicidas, cobre sandoz (óxido cuproso), oxiclورو sandoz (oxiclورو de cobre) y kocide 101 realizaron 4 aplicaciones mensuales de 4 g de cobre metálico por árbol. Los resultados fueron que todos los cúpricos fueron eficientes frente al testigo. Se indica que no hay programa rígido de aplicación de fungicidas, el número de aplicaciones dependerá de las condiciones climáticas, como lluvias, etc. (13).

En una plantación rehabilitada el uso de fungicidas en general sea en aplicaciones a 30 y/o 45 días entre el periodo de diciembre a marzo reduce significativamente el número de frutos enfermos e incrementa el peso de almendra húmeda (8, 9).

Las prácticas culturales de remoción de enfermedades al nivel de área foliar y la remoción de frutos enfermos cada 14 días y la aplicación de fungicidas cúpricos cada 30 días en el periodo de desarrollo de frutos demostró eficiencia técnica alcanzando mayor producción y reducción de enfermedades a nivel de follaje y reducción de frutos enfermos de origen fungoso. Estos recomiendan la remoción de frutos y flores enfermos cada 14 días y la aplicación de fungicidas cúpricos cada 30 días en el periodo de desarrollo de frutos en el cultivo de cacao (8, 9).

La aplicación de fungicidas en cacao debe estar estrictamente orientados a proteger los frutos en formación que para esta zona se da en los meses de diciembre hasta abril con íntima relación con el comportamiento de las enfermedades y el clima. Esta aplicación del fungicida debe estar dirigida al tronco y ramas principales donde se encuentra la mayor cantidad de frutos enfermos en producción (15).

2.6 MARCHITAMIENTO TEMPRANO DE FRUTOS O CHERELLES

Es un desorden de las funciones fisiológicas, denominado también "marchitamiento prematuro", que no es más que un límite en la capacidad de fructificar el cacao. Este fenómeno se caracteriza por un amarillamiento prematuro y secamiento o momificación del fruto, que permanece pegado al tronco por mucho tiempo. Parece ser un fenómeno bastante parecido al que ofrecen muchos otros frutales, como un mecanismo fisiológico de auto control de la fructificación (10).

En un estudio realizado en Trinidad y Costa Rica, demuestra que la mayor competencia de las sustancias nutritivas o de los fotosintatos, se realiza entre mazorcas que están en crecimiento y con los nuevos brotes. Una mayor actividad fotosintética de la planta ayuda a disminuir el problema; con disminuir la sombra de un cacaotal se aumenta la fertilidad del suelo y mejora la disponibilidad de agua. En cambio, algún fenómeno que prolongue una deficiencia en el árbol ("stress"), aumenta la incidencia del marchitamiento (10).

El problema de la marchitez se presenta en los frutos jóvenes hasta los 70 y/o 80 días, época en la cual los frutos tienen una diferente fase de su desarrollo. También se asocia el marchitamiento de los frutos a diferentes infecciones por hongo o efecto de insectos, pero nunca se ha podido reproducir el daño y no hay evidencia de que ninguna enfermedad sea la razón primaria; encontrándose toda

clase de organismos al inicio del proceso de marchitamiento, sin embargo, parece que todos ellos son secundarios (10).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en una plantación de cacao con una mezcla de híbridos. Fue un terreno aluvial de topografía plana que se encuentra ubicado al margen izquierdo del río Monzón en el sector de Bella Baja situada a 6 km de la ciudad de Tingo María, en la carretera que va hacia las Cuevas de las Lechuzas, con una precipitación media anual de 3200 mm, temperatura media 24°C y humedad relativa 80%.

Las coordenadas geograficas son las siguientes:

Altitud : 660 m.s.n.m.

Latitud sur : 09° 25' 00"

Longitud oeste : 76° 00' 00"

Este lugar presenta condiciones climáticas que enmarcan a la zona como bosque húmedo tropical.

3.2 INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO

Este experimento forma parte de una plantación de cacao de ¾ de hectárea que esta compuesto por una mezcla de híbridos de aproximadamente 16 años de edad, estas plantas fueron adquiridas a través de la Ex - Estación Experimental

Tulumayo; se encuentran sembrados a un distanciamiento de 4 x 4 metros. Para la realización de este trabajo de investigación se realizaron trabajos preliminares debido a que esta plantación en un primer momento se encontraba en completo abandono.

3.3 CONDICIONES DEL CAMPO EXPERIMENTAL

El suelo donde se instaló el presente trabajo es aluvial de fertilidad media y topografía plana. Los resultados se aprecian en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Análisis físico-químico del suelo donde se realizó el experimento.

PARAMETROS	CONTENIDO	MÉTODO
Análisis Físico		
Arena (%)	26.4	Hidrómetro
Limo (%)	55.7	Hidrómetro
Arcilla (%)	17.9	Hidrómetro
Textura (%)	Franco - limoso	Triangulo Textural
Análisis Químico		
pH	4.50	Potenciómetro (1:1)
MO (%)	2.32	Walkley y Black
N (%)	0.10	% MO x Fc 0.045
P (ppm)	12.00	Olsen modificado
K ₂ O (kg/ha)	86.00	Acido sulfúrico 6N
CIC _e (meq/100 g)	4.70	Desplazamiento con KCl 1N

Laboratorio de Análisis de Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María.

De acuerdo al resultado de los análisis, se trata de un suelo de textura franco limoso, ácido, con un nivel medio de materia orgánica, nitrógeno y fósforo; nivel bajo de potasio y CIC_e baja.

3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas registradas durante el período de evaluación y conducción del presente trabajo de investigación se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Datos meteorológicos registrados entre los meses de mayo a diciembre de 1 999 en Tingo María.

Mes	Temperatura Media (°C)	Precipitación (mm)	Humedad Relativa (%)	Heliofanía (horas luz)
Mayo	24.6	268.0	78.0	147.8
Junio	25.1	80.4	74.0	159.4
Julio	24.9	184.0	74.0	200.8
Agosto	25.1	44.6	74.0	197.2
Setiembre	25.5	134.8	72.0	163.5
Octubre	26.0	58.4	70.0	182.0
Noviembre	26.3	385.4	72.0	161.7
Diciembre	26.1	398.5	74.0	158.7
Total	203.6	1554.1	588	1371.1
Promedio	25.5	194.3	73.5	171.4

Estación de Observaciones Meteorológicas de la Corporación Peruana de Aeropuertos (CORPAC S. A.) de Tingo María.

El Cuadro 2, nos indica una temperatura media durante el experimento de 25.5°C, precipitación media de 194.3°C, humedad relativa media de 73.5° y 171.4 horas luz en promedio por mes, creando condiciones adecuadas para el desarrollo del cultivo de cacao.

3.5 COMPONENTES EN ESTUDIO

A. Forma de polinización (A)

a_1 = Polinización artificial (PA).

a_2 = Polinización natural (PN).

B. Aplicación de óxido cuproso (B)

b_1 = Con aplicación (CA).

b_2 = Sin aplicación (SA).

3.6 TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Los tratamientos generados según el arreglo factorial $2 \times 2 = 4$ tratamientos, se detallan a continuación:

Cuadro 3. Tratamientos en estudio del experimento.

Trat.	Clave	Descripción
a_1b_1	PA-CA	Polinización artificial con aplicación de óxido cuproso
a_1b_2	PA-SA	Polinización artificial sin aplicación de óxido cuproso.
a_2b_1	PN-CA	Polinización natural con aplicación de óxido cuproso.
a_2b_2	PN-SA	Polinización natural sin aplicación de óxido cuproso.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental adoptado fue el completamente randomizado (DCR); con arreglo factorial $2 \times 2 = 4$ tratamientos y 5 repeticiones. Dentro de

cada parcela se evaluó 10 plantas Las características evaluadas de la interacción de cada uno los componentes en estudio se sometió al análisis de variancia y la significación estadística se determinó por la prueba múltiple de DUNCAN al nivel de 0.05 de probabilidad.

Cuadro 4. Esquema del análisis de variancia.

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD
Tratamientos	3
Factorial	3
A	1
B	1
A x B	1
Error Experimental	16
Total	19

Modelo aditivo lineal.

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

Para:

$i = 1, \dots, a$ forma de polinización.

$j = 1, \dots, b$ aplicación de óxido cuproso.

$k = 1, \dots, r$ repeticiones.

Donde:

Y_{ijk} = Es la observación a la k-ésima repetición con la j-ésima aplicación de óxido cuproso y con la i-ésima forma de polinización.

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de la i-ésima forma de polinización.

β_j = Efecto de la j-ésima aplicación de óxido cuproso.

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de la i-ésima forma de polinización con la j-ésima aplicación de óxido cuproso.

ϵ_{ijk} = Efecto aleatorio del error experimental asociado a dicha observación, Y_{ijk}

3.8 OBSERVACIONES REGISTRADAS Y METODOLOGÍA

3.8.1. Número de flores polinizadas por día y por persona

Se tomaron en cuenta el número de flores polinizadas por día y por persona con el fin de poder obtener cual es el costo de una parcela de cacao si queremos obtener como mínimo 1 kg de grano seco por planta de cacao.

Para obtener esta cantidad de peso en grano seco por planta se tuvo que polinizar artificialmente 80 flores/planta, de las cuales se lograron polinizar artificial solamente el 55% de flores de las cuales se evaluó número de flores fecundadas artificialmente y número de flores no fecundadas artificialmente. El

inicio de este trabajo fue en el mes de mayo de 1 999 y se concluyó en el mes de diciembre.

El total de flores polinizadas por día fue alrededor de 200 flores en promedio por persona, teniendo en cuenta las condiciones climáticas del tiempo.

3.8.2. Número de flores polinizadas

Se evaluaron el total de flores polinizadas (55% polinizaciones por planta) de los cuales se procedió a evaluar cuantas de estas flores polinizadas artificialmente han sido fecundadas, la polinización artificial lo realizamos en forma manual sin el uso de ningún tipo de instrumento, procediendo a coger la flor de la planta que se uso como macho, luego procedimos a eliminar la concha petaloide de la flor para verificar si la flor presentaba buena cantidad de polen para luego polinizar a la flor que se uso como hembra .

Durante el proceso de polinización cada flor polinizada dentro de cada cojín floral ha sido marcada mediante un alfiler, transcurrida las 48 horas de haber sido polinizada se procedió a registrar el número total de flores fecundadas y el número total de flores no fecundadas, posteriormente se procedió a obtener el porcentaje de prendimiento o fructificación por efecto de la polinización.

Las flores que se utilizaron como macho se seleccionaron dentro de la misma parcela, para lo cual se escogió una planta con buena compatibilidad con las demás plantas. Además la planta que se usó como macho presentó buena emisión de polen y se encontró dentro de la misma parcela.

La polinización fue realizada desde las primeras horas de la mañana hasta el mediodía aproximadamente, y en días no lluviosos para que no dificulte la labor de polinización.

3.8.3. Rendimiento por planta

Las evaluaciones de rendimiento por planta se llevaron a cabo desde fines del mes de setiembre hasta finalizar el mes de diciembre del año 1999.

La cosecha se realizó por tratamiento, teniendo en cuenta frutos afectados con moniliasis, escoba de bruja y *Phytophthora*, cuantificando cada una de ellas por separados.

Las evaluaciones de cosecha por planta se efectuaron quincenalmente, utilizando una balanza analítica.

3.8.4. Nivel de incidencia de enfermedades en frutos

El nivel de incidencia de enfermedades de cacao fue encontrado a través de las diferentes evaluaciones del número de frutos sanos y enfermos con moniliasis, escoba de bruja y otros, cuantificándose cada una de ellas por separado.

Las evaluaciones fueron realizadas cada 15 días, en el cual cada enfermedad dentro de un árbol fue evaluada por separado, eliminándose inmediatamente los frutos afectados dentro de cada planta.

Del total de frutos producidos durante la cosecha se obtuvo el porcentaje tanto de frutos sanos como enfermos.

3.8.5. Producción

a). Peso de almendra húmeda y seca por parcela

Los trabajos de evaluación se llevaron a cabo a partir de la quincena del mes de mayo de 1 999 hasta el 15 de diciembre de 1 999, cuyas evaluaciones fueron realizadas quincenalmente. La cosecha se realizó en 10 plantas por 4 tratamiento y 5 repetición, haciendo un total de 200 plantas para todo el experimento, tanto en plantas que se hizo polinización artificial como en aquellas plantas que se polinizaron naturalmente; determinándose el número total de frutos, eliminándose todos aquellos frutos que presentaron diferentes síntomas

de enfermedades. Las evaluaciones se hicieron por separado, de esta manera se evaluó el número total de frutos , número de frutos sanos y número de frutos enfermos.

De todos los frutos sanos que se cosecharon se procedió a partirlos para luego extraer la semilla y ser pesados en balanza sin el mucílago, para luego obtener el peso húmedo. El peso de almendra seca por parcela fue estimado utilizando el factor de 40% del peso de almendra húmeda, obtenida según prueba de determinación (18).

3.9. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO

3.9.1. Desmalezado de la plantación

Debido a que la plantación a un inicio se encontraba abandonada, se procedió al control de malezas y eliminación de las cañabravas existentes dentro de la plantación. Esta práctica fue realizada en forma manual.

3.9.2. Fertilización.

Posterior al desmalezado, se procedió a efectuar la aplicación de fertilizantes a una fórmula 120 - 60 - 150, utilizándose como producto comercial urea, superfosfato triple de calcio y cloruro de potasio.

3.9.3. Poda de árboles.

Debido a la alta incidencia de enfermedades como Moniliasis, *Phytophthora* y Escoba de Bruja, se realizó una poda de rehabilitación. Esta práctica se llevó a cabo entre los meses de setiembre y octubre de 1998.

3.9.4. Aplicación de óxido cuproso.

La aplicación de óxido cuproso se realizó con mochila fumigadora de 15 litros de capacidad, a razón de 3 gramos/planta acompañado del adherente Agral (Lissapol NX) a razón de 10 ml/mochila, realizándose primero una aplicación general a una altura aproximada de 1.80 m a todas las plantas podadas.

Las fumigaciones correspondientes a los dos tratamientos con aplicación de óxido cuproso se realizaron mensualmente.

3.9.5. Delimitación, selección y etiquetado de las plantas.

Una vez realizado todo el proceso de fumigado se procedió a la delimitación de las parcelas y selección de las plantas, teniéndose en cuenta la uniformidad de las plantas en cuanto a la floración. Se seleccionaron 10 plantas por tratamiento con 5 repeticiones, haciendo un total de 200 plantas, las cuales fueron sometidas a evaluaciones según los tratamientos planteados.

3.9.6. Polinización artificial.

La polinización artificial se empezó a realizar entre los meses de noviembre y diciembre de 1 998, pero por motivos de inundación se tuvo que dejar el trabajo hasta el mes de mayo de 1 999. La polinización se realizó hasta una altura de 1.80 m. desde el suelo en los tratamientos que correspondan a la polinización artificial, la cual estuvo a cargo de una persona bien entrenada.

3.9.7. Evaluaciones.

Las evaluaciones se llevaron a cabo quincenalmente desde el inicio de la polinización hasta el término de la cosecha.

IV. RESULTADOS

4.1 PESO DE SEMILLA HUMEDA Y SECA

Cuadro 5. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres peso de semilla húmeda y seca (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$)

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		Peso semilla húmeda	Peso semilla seca
Tratamientos	3	0.7085 AS	0.1879 AS
A	1	2.0324 AS	0.5365 AS
B	1	0.0046 NS	0.0023 NS
A x B	1	0.0884 NS	0.0248 NS
Error experimental	16	0.0236	0.0067
Total	19		
c.v. (%)		12.40	8.50

NS = No existe significación estadística.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del Cuadro 5, se observa:

- Existen diferencias altamente significativas en cada carácter para la fuente de tratamientos.
- Existe diferencias altamente significativas en los caracteres en estudio para el efecto del Factor forma de polinización (A); mientras que el factor aplicación de óxido cuproso (B) resultó no significativo.

- En las interacciones de los factores A x B, no existen diferencias significativas en los dos caracteres en estudio.
- Los coeficiente de variación para el carácter peso de semilla húmeda (12.40%) nos indica un estimado muy bueno, mientras que para el carácter peso de semilla seca (8.50%) nos indica un estimado excelente.

Cuadro 6. Cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para peso de semilla húmeda y seca.

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS			
		Peso semilla húmeda		Peso semilla seca	
Efecto simple del factor forma de polinización (A)					
A en b ₁	1	1.4843	AS	0.3959	AS
A en b ₂	1	0.6365	AS	0.1654	AS
Efecto simple del factor aplicación de óxido cuproso (B)					
B en a ₁	1	0.0667	NS	0.0210	NS
B en a ₂	1	0.0263	NS	0.0060	NS
Error experimental	16	0.0236		0.0067	

NS = No existe significación estadística.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad.

Del Cuadro 6, se deduce:

1. **Por efecto del factor forma de polinización – aplicación de óxido cuproso**
 - En los caracteres evaluados como peso de semilla húmeda y de semilla seca, existen diferencias altamente significativas del factor forma de polinización (A) en la aplicación (b₁) y no aplicación de óxido cuproso (b₂).

2. **Por efecto del factor aplicación de óxido cuproso – forma de polinización**
 - No existe significación estadística para los dos caracteres en estudio por efecto del factor aplicación de óxido cuproso (B) en la polinización artificial (a₁) y polinización natural (a₂).

Cuadro 7. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio de los caracteres peso de semilla húmeda y semilla seca del cultivo de cacao.

Factor A	Peso de semilla húmeda (kg/árbol)		Peso de semilla seca (kg/árbol)	
	b ₁ (CA)	b ₂ (SA)	b ₁ (CA)	b ₂ (SA)
A ₁ (P.artificial)	2.24 (1.64) a	1.68 (1.48) a	0.90 (1.17) a	0.67 (1.08) a
A ₂ (P. Natural)	0.26 (0.87) b	0.46 (0.97) b	0.10 (0.78) b	0.18 (0.83) b

CA : Con aplicación de óxido cuproso.

SA : Sin aplicación de óxido cuproso.

(Valor) : Datos transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

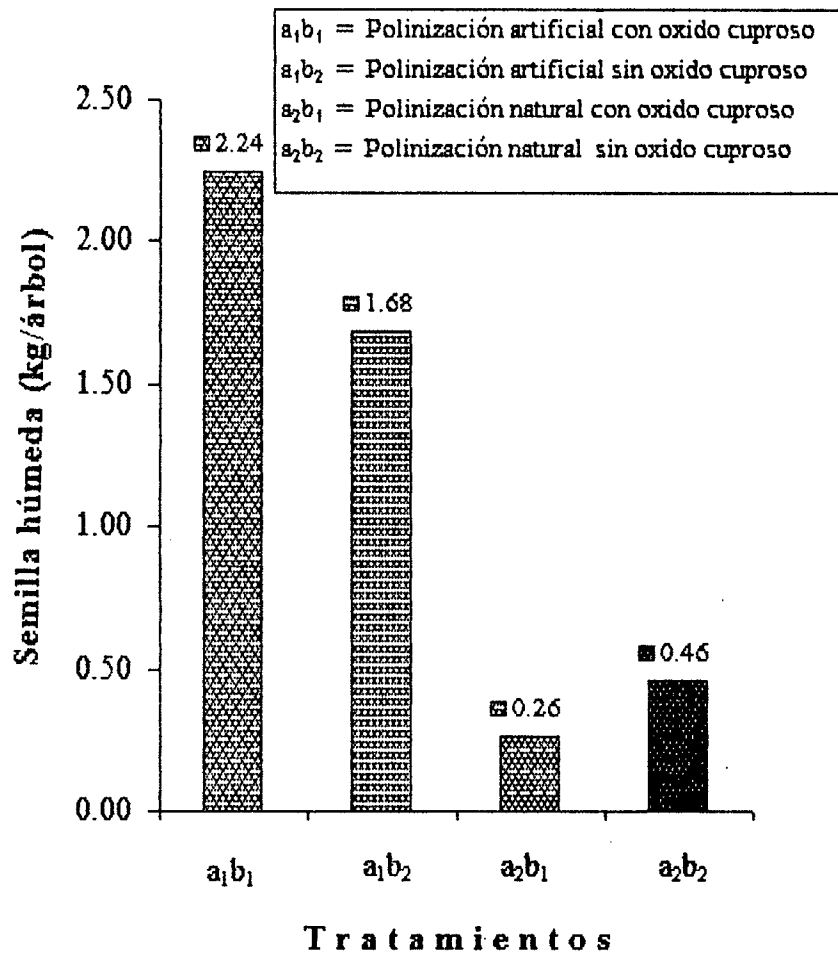


Figura 1. Peso de semilla húmeda de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja.

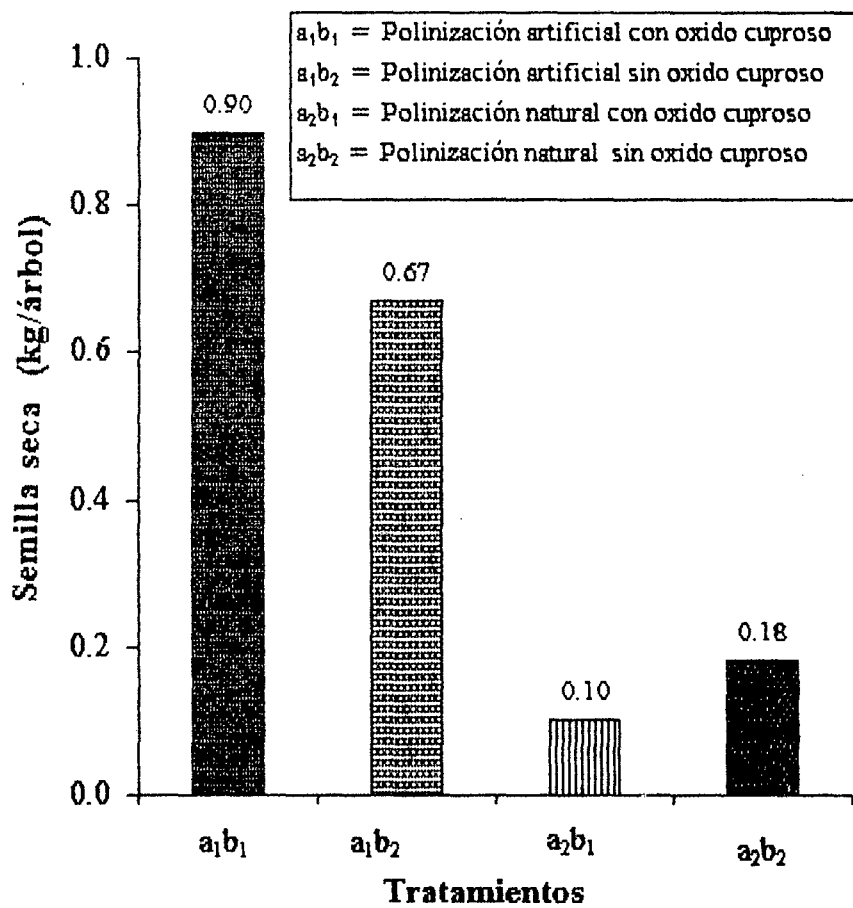


Figura 2. Peso de semilla seca de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja.

En el Cuadro 7, Figura 1 y 2, se observa que:

a). Del efecto simple de A en b_1 (con aplicación de óxido cuproso)

El nivel a_1 (polinización artificial) obtuvo el mayor valor, tanto de peso de semilla húmeda y semilla seca, diferenciándose significativamente del nivel a_2 (polinización natural).

b). Del efecto simple A en b_2 (sin aplicación de óxido cuproso)

Los dos niveles en estudio del factor A (a_1 = polinización artificial y a_2 = polinización natural), tienen comportamiento diferente en los dos caracteres en estudio sin aplicación de óxido cuproso (b_1); presentando los mayores pesos de semilla húmeda y semilla seca el nivel a_1 (polinización artificial), con 1.68 y 0.67 kg/árbol, respectivamente.

EFFECTO PRINCIPAL DEL FACTOR FORMA DE POLINIZACIÓN (A)

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal del factor formas de polinización (A) en el peso de semilla húmeda y semilla seca del cultivo de cacao.

Factor A	Peso de semilla húmeda (kg/árbol)	Peso de semilla seca (kg/árbol)
A ₁ (P. Artificial)	1.927 (1.558) a	0.772 (1.128) a
A ₂ (P. Natural)	0.345 (0.919) b	0.142 (0.801) b

(Valor) : Datos transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

Del Cuadro 8 y Figura 3, se deduce:

- El mayor peso húmedo y seco de semillas de cacao, se obtuvo con el nivel a₁ (polinización artificial), con 1.927 y 0.772 kg/árbol respectivamente; diferenciándose significativamente del nivel a₂ (polinización natural), que obtuvo valores inferiores de peso de semilla húmeda y seca de cacao.

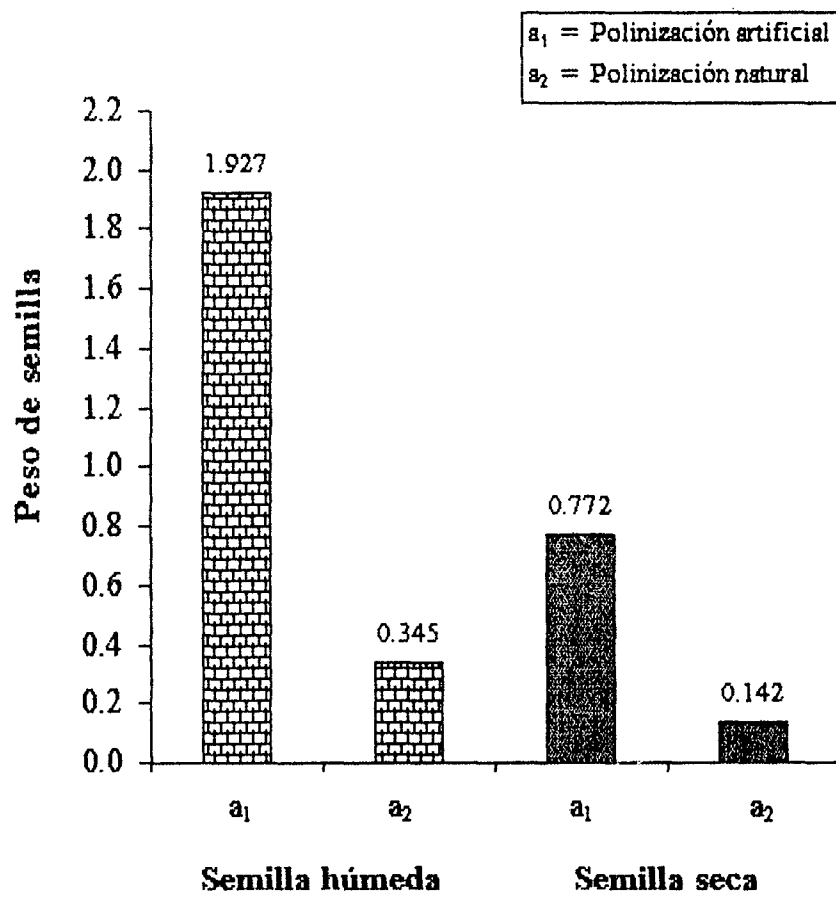


Figura 3. Efecto de la forma de polinización en la producción de semilla húmeda y seca.

4.2 NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS Y CHERELLES

Cuadro 9. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos cosechados y cherelles (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		Frutos cosechados	Cherelles
Tratamientos	3	7.3370 AS	1.5633 AS
A	1	20.6997 AS	4.3924 AS
B	1	0.0474 NS	0.0628 NS
A x B	1	1.2637 NS	0.2346 NS
Error experimental	16	0.3516	0.2371
Total	19		
c.v. (%)		20.01	31.11

NS = No existe significación estadística.

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad

Del Cuadro 9, se observa:

- Existen diferencias altamente significativas en los dos caracteres en estudio para el efecto de tratamientos.
- Existe diferencias altamente significativas en los dos caracteres en estudio para el efecto del factor forma de polinización (A); mientras que el factor aplicación de óxido cuproso (B) resultó no significativo.

- En las interacciones de los factores A x B, no existen diferencias significativas en los dos caracteres en estudio.
- Los coeficientes de variación para el carácter número de frutos cosechados (20.01%) nos indica un estimado regular, mientras que para el carácter frutos cherelles (31.11%) nos indica un estimado muy variable.

Cuadro 10. Resumen de los cuadrados medios de los efectos simples entre los factores en estudio para número de frutos cosechados y cherelles.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		Frutos cosechados		Cherelles	
Efecto simple del factor forma de polinización (A)					
A en b ₁	1	16.0963	AS	3.3285	AS
A en b ₂	1	5.8672	AS	1.2985	S
Error experimental	16	0.3516		0.2371	

S = Significación estadística al 5% de probabilidad

AS = Significación estadística al 1% de probabilidad

Del Cuadro 10, se deduce:

1. **Por efecto del factor forma de polinización – aplicación de óxido cuproso.**
 - En los dos caracteres en estudio, número de frutos cosechados y cherelles, se observa diferencias altamente significativas del factor forma de polinización (A) en la aplicación de óxido cuproso (b₁).

- En relación al efecto del factor forma de polinización (A) en la no aplicación de óxido cuproso (b_2) se observa diferencias altamente significativas en el carácter número de frutos cosechados y diferencias significativas en el número de frutos cherelles.

Cuadro 11. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) de los efectos simples de los factores en estudio de los caracteres número de frutos cosechados y cherelles.

Factor A	Frutos cosechados		Cherelles	
	b_1 (CA)	b_2 (SA)	b_1 (CA)	B_2 (SA)
a_1 (P. Artificial)	17.82 (4.28) a	13.04 (3.68) a	4.34 (2.20)a	3.00 (1.87) a
a_2 (P. Natural)	2.53 (1.74) b	4.12 (2.15) b	0.58 (1.04) b	0.82 (1.15) b

CA : Con aplicación de óxido cuproso.

SA : Sin aplicación de óxido cuproso.

(Valor) : Datos transformados a $\sqrt{x + 0.5}$

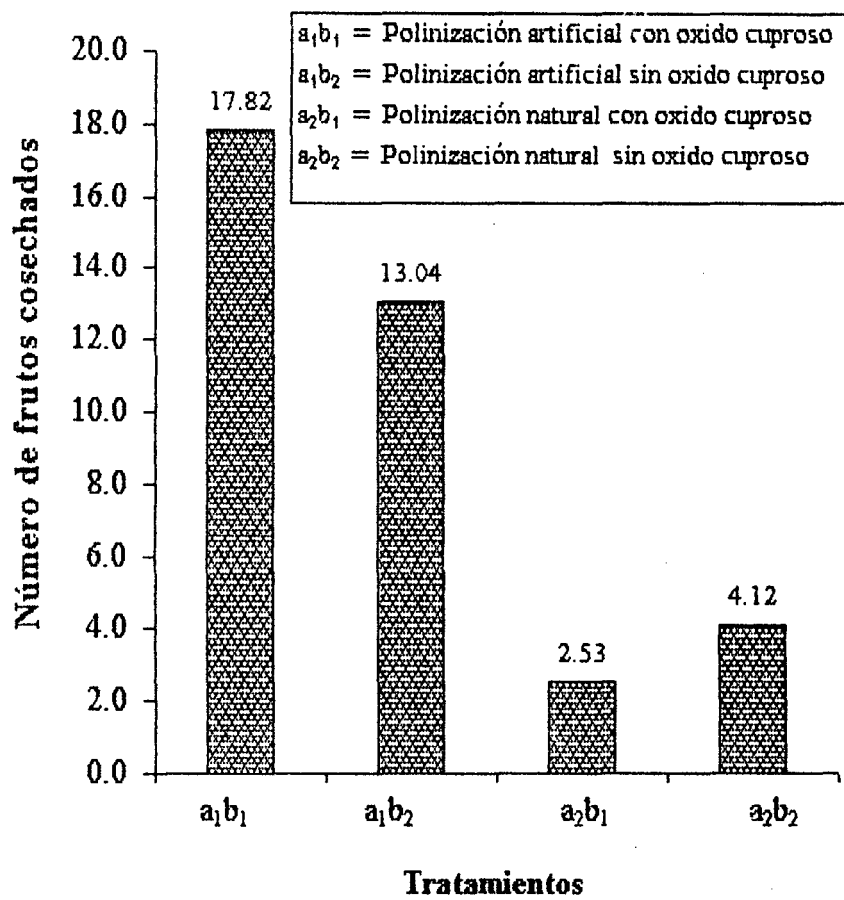


Figura 4. Frutos cosechados de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja.

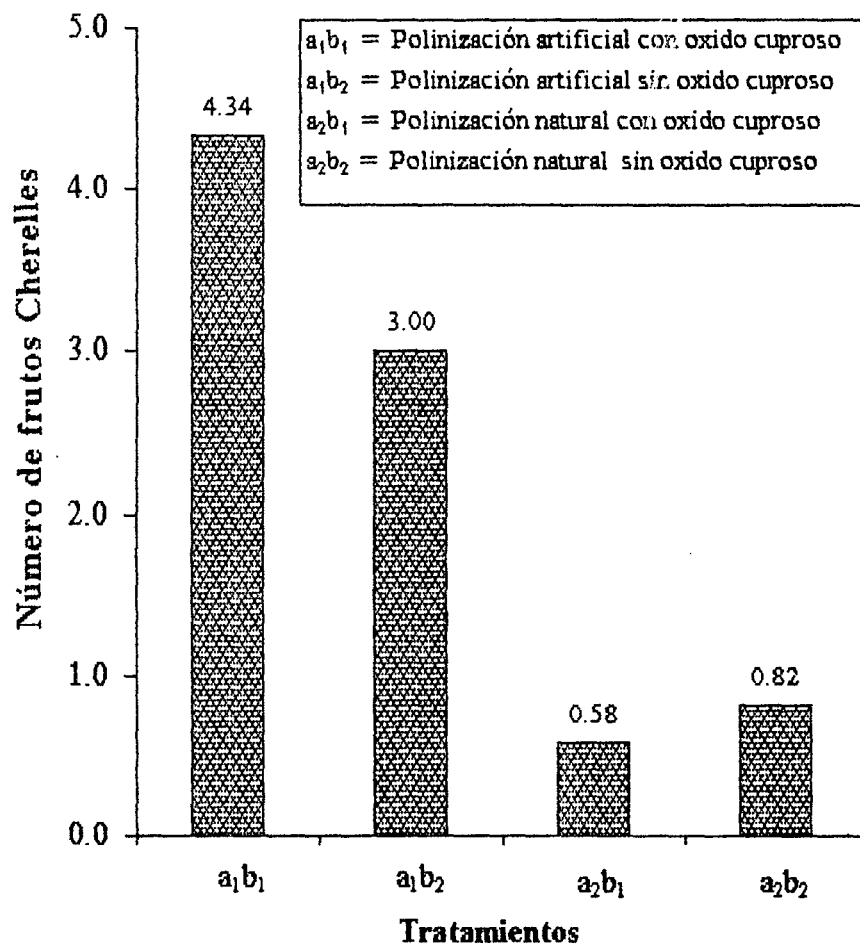


Figura 5. Frutos cherelles de cacao de los tratamientos en estudio en Bella Baja.

En el Cuadro 11, Figura 4 y 5, se observa que:

a). Del efecto simple de A en b₁ (con aplicación de óxido cuproso).

Con polinización artificial (a₁) y aplicación de óxido cuproso (b₁), se obtienen las mayores cantidades de frutos cosechados y cherelles, en comparación al nivel a₂ polinización natural con complemento de óxido cuproso.

b). Del efecto simple A en b₂ (sin aplicación de óxido cuproso).

En forma similar, el nivel a₁ (polinización artificial) en b₂ (sin aplicación de óxido cuproso), obtuvo el mayor número de frutos cosechados y cherelles, diferenciándose significativamente del nivel a₂ (polinización natural).

EFFECTO PRINCIPAL DEL FACTOR FORMA DE POLINIZACIÓN (A).

Cuadro 12. Prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) para el efecto principal del factor formas de polinización (A) en el número de frutos cosechados y cherelles.

Factores	Frutos cosechados			Cherelles		
a ₁ (P. Artificial)	15.34	(3.98)	a	3.62	(2.03)	a
a ₂ (P. Natural)	3.30	(1.95)	b	0.71	(1.10)	b

(Valor) : Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$

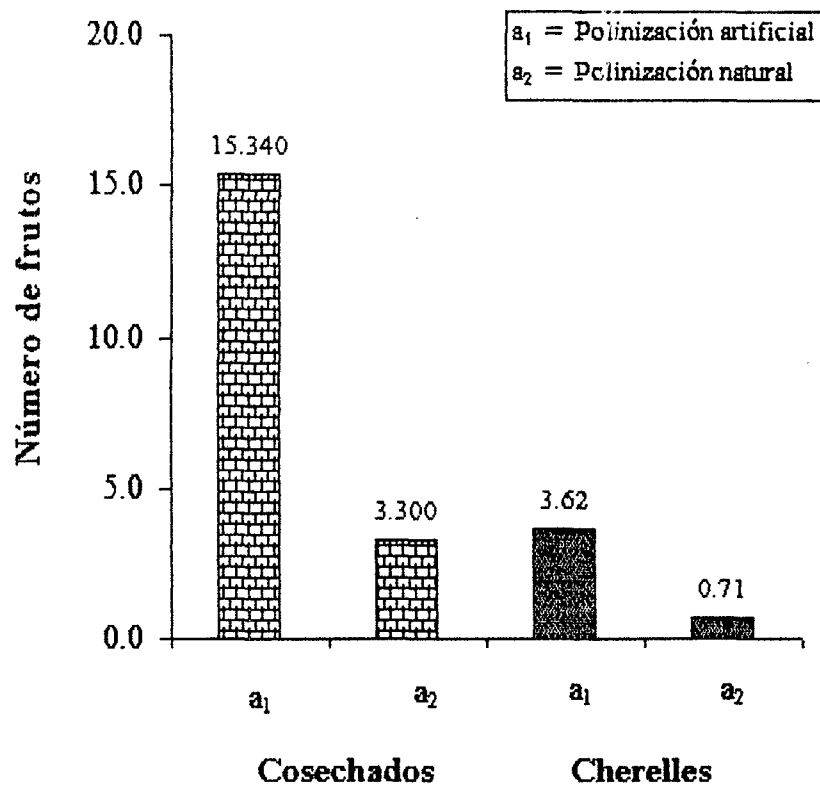


Figura 6. Efecto de la forma de polinización en el número de frutos cosechados y cherelles.

Del Cuadro 12 y Figura 6, se deduce:

- En lo que respecta a los caracteres número de frutos cosechados y cherelles, se observa que el nivel a₁ (polinización artificial) presenta los mayores valores, con 15.34 y 3.62 frutos, respetivamente; diferenciándose significativamente del nivel a₂ (polinización natural), que presentó los menores valores.

4.3 PRESENCIA DE ENFERMEDADES.

Cuadro 13. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos afectados con *Moniliophthora* y *Phytophthora* (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

FUENTES DE VARIACION	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		Frutos con <i>Moniliophthora</i>	Frutos con <i>Phytophthora</i>
Tratamientos	3	0.0183 NS	0.0187 NS
A	1	0.0002 NS	0.0025 NS
B	1	0.0312 NS	0.0260 NS
A x B	1	0.0235 NS	0.0275 S
Error experimental	16	0.0073	0.0059
Total	19		
c.v. (%)		10.65	9.82

NS = No existe significación estadística

S = Significación estadística al 5% de probabilidad

Del Cuadro 13, se observa:

- No existen diferencias significativas en los caracteres en estudio para el efecto de tratamientos, factor forma de polinización (A) y factor aplicación de óxido cuproso (B) e interacción A x B; a excepción de la interacción A x B en el carácter frutos afectados con *Phytophthora*, que muestra diferencias significativas.
- Los coeficientes de variación para el carácter frutos afectados con *moniliophthora* (10.65%) y *Phytophthora* (9.82%) nos indica un estimado muy bueno y excelente, respectivamente.

Cuadro 14. Resumen de los cuadrados medios para los caracteres número de frutos y cojines afectados con “escoba de bruja” (Datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS	
		Frutos con escoba	Cojín con escoba
Tratamientos	3	0.0467 S	0.0880 S
A	1	0.0301 NS	0.0442 NS
B	1	0.0610 S	0.0895 NS
A x B	1	0.0489 S	0.1304 S
Error experimental	16	0.0095	0.0227
Total	19		
c.v. (%)		11.30	15.88

NS = No existe significación estadística

S = Significación estadística al 5% de probabilidad

Del Cuadro 14, se observa:

- En el carácter frutos afectados con escoba de bruja para el efecto de tratamientos, factor B e interacción A x B se muestran diferencias significativas; mientras que la influencia del factor A resultó no significativo.
- En relación al carácter cojín con escoba, se observa diferencias significativas por efecto de los tratamientos e interacción A x B; mientras que el factor A y B muestra diferencias no significativas.

4.4. EFICIENCIA DE POLINIZACIÓN.

Cuadro 15. Prueba de significación según la distribución de t de la eficiencia de polinización de dos tratamientos en estudio.

H ₀	T _t	T _o	Eficiencia de polinización (%)		Sign.
			a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	
$\mu_{a_1b_1} = \mu_{a_1b_2}$	2.306	2.702	55.09 (7.45)	45.22 (6.75)	Rechazo Ho

(Valor): Valor transformado a $\sqrt{x+0.5}$

Del Cuadro 15, se deduce lo siguiente:

- Se rechaza la H₀ ($\mu_{a_1b_1} = \mu_{a_1b_2}$), lo que nos estaría indicando que los promedios del porcentaje de la eficiencia de polinización de los dos tratamientos son estadísticamente diferentes.

4.5 ANALISIS DE RENTABILIDAD.

Cuadro 16. Análisis de rentabilidad de los tratamientos aplicados (B/C).

Rubro	Tratamientos			
	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂
I. Trabajo de campo	330.00	315.00	150.00	135.00
- Aplicación de funguicida	15.00	0.00	15.00	0.00
- Polinización artificial	180.00	180.00	0.00	0.00
II. Materiales	434.00	366.00	373.00	305.00
- Oxido cuproso + adherente	68.00	0.00	68.00	0.00
III. Sub Total (3/4 ha)	764.00	681.00	523.00	440.00
IV. Costo Total (1.0 ha)	1018.67	908.00	697.33	586.67
Semilla seca (kg/árbol)	0.90	0.67	0.10	0.18
Rendimiento ^{1/} (kg/ha)	562.50	418.75	62.50	112.50
Ingreso Bruto (S/.)	1237.50	921.25	137.50	247.50
Relación B/C	1.21	1.01	0.20	0.42

^{1/} Rendimiento estimado en base a 625 plantas/ha (4 x 4 m).
Costo de 1 kg de semilla seca de cacao : S/. 2.20

El Cuadro 16 y Figura 7, nos muestra el análisis de rentabilidad de los tratamientos aplicados (B/C), donde se puede observar que los tratamientos con polinización artificial (a₁b₁ y a₁b₂) presentan relación beneficio/costo por encima de la unidad, mientras que los tratamientos con polinización natural muestran una relación beneficio/costo inferior a la unidad. Esto nos estaría indicando el efecto

positivo de la polinización artificial en el rendimiento, lo que redunda en un mayor ingreso bruto y por ende un mayor beneficio neto. En el mismo Cuadro 7, se observa los gastos que incurre cada uno de los tratamientos por concepto de polinización artificial, aplicación de funguicidas y compra de óxido cuproso más adherente, donde se puede notar que los mayores gastos se deben a la polinización artificial en los dos primeros tratamientos (S/. 180.00), debido a que es una práctica laboriosa y que necesita mucha paciencia, así como mano de obra especializada para su ejecución.

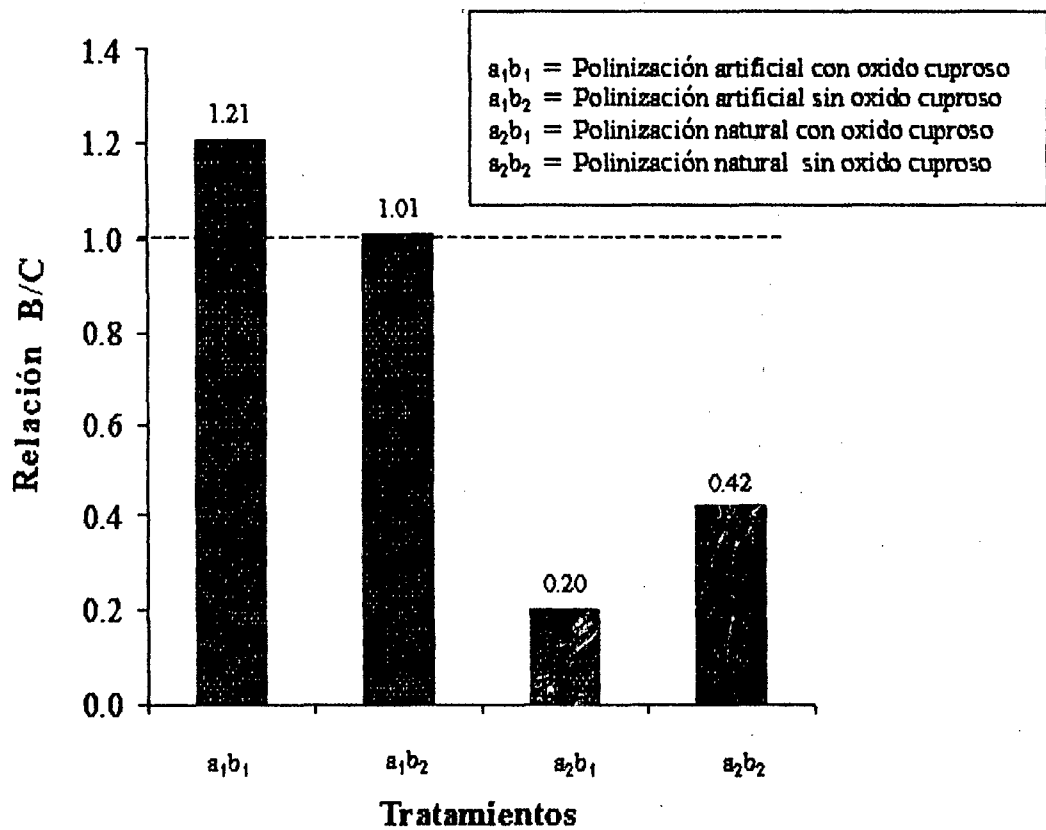


Figura 7. Relación beneficio / costo de los tratamientos en estudio del presente experimento.

V. DISCUSIÓN

5.1 DEL PESO DE SEMILLA HÚMEDA Y SECA.

En el resumen del análisis de variancia de los resultados obtenidos en el presente estudio (Cuadro 5), realizado para la característica peso de semilla húmeda y semilla seca, la prueba de F nos indica que hay diferencias estadísticas altamente significativas para el efecto tratamiento y factor forma de polinización (A), posiblemente debido al efecto diferente y favorable de la polinización artificial en la producción de cacao (kg/árbol de semilla) con relación a la polinización natural. En función al efecto del factor aplicación de óxido cuproso (B) e interacción A x B, no se observan diferencias significativas, indicándonos el comportamiento similar ante estas características por efecto de la aplicación del óxido cuproso (B).

Del Cuadro 6, referente a los efectos simples entre los factores en estudio para las variables peso de semilla húmeda y semilla seca, se infiere que las formas de polinización (A) difieren significativamente en las dos condiciones de aplicación de óxido cuproso, esto puede deberse a que las dos formas de polinización van a inducir diferente efecto en la producción de mazorcas y granos de cacao. Sin embargo en el efecto simple del factor aplicación de óxido cuproso (B) en las diferentes formas de polinización (A), podemos observar no existen diferencias significativas, indicándonos que el factor aplicación de óxido cuproso no influye en

la producción de semilla húmeda y seca de cacao, ya que su efecto posiblemente estaría en la protección de mazorcas más no en la inducción o producción de nuevas mazorcas.

Esta diferencia de peso de almendra (producción total) de cacao está en función del número de frutos producidos, a la vez ésta producción varía acentuadamente de acuerdo con el genotipo de los árboles y a la forma de polinización. La forma de polinización va a ejercer un efecto favorable en la formación de frutos, mientras que las características genéticas de la planta va permitir una menor o mayor regulación fisiológica de frutos.

Realizada la prueba de Duncan ($\alpha = 0.05$) (Cuadro 7), de los efectos simples de los niveles del factor A, se presentan los pesos promedios de las formas de polinización estudiadas en cada nivel de aplicación de óxido cuproso; observándose diferencias significativas entre cada forma de polinización en los diferentes niveles de aplicación de óxido cuproso, tanto para en la producción de semilla húmeda y semilla seca. La mayor producción de semilla húmeda y seca, va estar en función directa a la mayor formación de mazorcas, esto a su vez se logra con la polinización artificial que se realiza por la falta de polinizadores naturales; siendo una práctica que tiende a lograr una mayor fructificación y producción del cultivo (15).

En el Cuadro 8 y Figura 3, del efecto principal de la forma de polinización (A) en los caracteres peso de semilla húmeda y semilla seca, se observa que los mayores pesos húmedos y secos se obtuvo con el nivel a_1 (polinización artificial) con 1.927 y 0.772 kg/árbol, respectivamente, diferenciándose significativamente del nivel a_2 (polinización natural), que obtuvo solamente 0.345 y 0.142 kg/árbol, respectivamente. Esta mayor producción de semilla, es corroborado por ENRIQUEZ (15), al manifestar que en la polinización manual para la obtención de semilla certificada existe un incremento en el prendimiento de mazorcas formadas, cuya variación va de 5 hasta 40%, durante todo el año, con un promedio aproximado del 20% de prendimiento y cosecha.

5.2 DEL NÚMERO DE FRUTOS COSECHADOS Y CHERELLES WILT.

En el Cuadro 9, se muestra el resumen del análisis de variancia para las características frutos cosechados y cherelles, encontrándose que existe diferencias altamente significativas para el efecto de tratamientos y efecto del factor A (forma de polinización) en los dos caracteres en estudio. Esto nos estaría indicando que las dos formas de polinización (A), así como los tratamientos en estudio tienen comportamiento diferente frente a estas características.

Del mismo Cuadro 9, se observa que no existe diferencias significativas para el efecto del factor B (aplicación de óxido cuproso) e interacción A x B, lo cual nos

estarán indicando que no son factores que van a influenciar en el número de frutos cosechados y cherelles.

En el Cuadro 10, se muestra los cuadrados medios de los efectos simples del factor forma de polinización (A) en cada nivel del factor aplicación de óxido cuproso (B) para las variables número de frutos cosechados y cherelles; el cual nos indica diferencias altamente significativas del factor A tanto con la aplicación (b₁) y no aplicación (b₂) de óxido cuproso en las dos variables en estudio anteriormente mencionadas. Las diferencias existentes entre los tipos de polinización, se debe principalmente al efecto favorable y controlada de la polinización artificial, lo cual se ve complementada con la aplicación de óxido cuproso; efectos similares se observaron en un estudio realizado en Tingo María en el año de 1990 (18).

El mayor número de frutos cosechados y cherelles, obtenidos con la polinización artificial en la aplicación y no aplicación de óxido cuproso se muestra en el Cuadro 11, Figuras 4 y 5; existiendo diferencias estadísticas con la polinización natural que obtuvo valores bajos de frutos cosechados y cherelles.

La mayor producción de frutos cherelles, se encuentra en función directa a la producción de frutos por planta; tal como se observa en el mismo Cuadro 11; siendo una característica fisiológica muy importante de las plantas el de regular su

producción de acuerdo a su capacidad, su condición de suelo y de su medio ambiente.

La menor cantidad de frutos obtenidos por la polinización natural, tal como se observa en el Cuadro 12, se debe básicamente al bajo porcentaje de fecundación en las plantas, atribuyéndose este fenómeno a que la actividad de los agentes polinizadores se ven reducidos por efectos climáticos desfavorables o por otras causas externas (5).

Es importante y fundamental, que un incremento de frutos como resultado de la polinización artificial, debe estar sustentado con un programa de nutrición o fertilización a fin de reducir la cantidad de frutos marchitos.

5.3 DE LA PRESENCIA DE ENFERMEDADES.

En el Cuadro 13, se muestra el resumen del análisis de variancia para las características número de frutos afectados con *Moniliophthora* y *Phytophthora*; observándose que no existen diferencias significativas para el efecto de tratamientos, factor A, factor B e interacción A x B en las dos variables en estudio; a excepción de las diferencias significativas mostradas por efecto de la interacción A x B en el número de frutos afectados con *Phytophthora*. Estas diferencias no significativas mostradas nos indican que dichas variables en estudio no se encuentran afectadas por efecto del tipo de polinización y aplicación de óxido

cuproso, pero sí, posiblemente por factores externos a los utilizado en el presente experimento, tales como podas fitosanitarias durante la campaña de evaluación y factores medio ambientales desfavorables para el desarrollo del patógeno.

Si bien es cierto, que la aplicación de óxido cuproso va a reducir la presencia de estas enfermedades por su acción que es la de proteger los cojines florales y frutos durante el período de máxima formación y desarrollo de frutos (3) , pero su efecto en el presente experimento no es suficiente como para mostrar diferencias significativas entre los tratamiento en estudio, esto básicamente se debe a que la presencia inicial (inóculo) del patógeno en la plantación fue no significativo.

En el Cuadro 14, se muestra el resumen del análisis de variancia para los caracteres número de frutos y cojines afectados con escoba de bruja; indicándonos diferencias significativas para el efecto de tratamientos e interacción A x B en los dos caracteres en estudio, así como también para el efecto del factor aplicación de óxido cuproso en el número de frutos afectados con escoba de bruja. Además, se observan diferencias no significativas por efecto del factor tipo de polinización (A) en las dos variables en estudio, así como por efecto del factor aplicación de óxido cuproso (B) en el número de cojines con escoba de bruja.

Las diferencias significativas por efecto de tratamientos, factor B e interacción A x B, nos demuestra el efecto positivo del óxido cuproso en la reducción de escoba de bruja en frutos. Buenos resultados, en relación al control de "escoba de bruja" en frutos, se logra combinando la práctica cultural de remoción de material infectado con el uso de productos químicos, buscando en alguna forma un manejo integral de estos problemas (4).

Con relación a las diferencias significativas por efecto de los tratamientos e interacción A x B en el número de cojines con escoba de bruja, nos indica la influencia de la aplicación de óxido cuproso en el desarrollo de la enfermedad, ya que básicamente este producto está destinado a proteger partes vegetativas en desarrollo.

Un control adecuado de esta enfermedad se logra utilizando clones resistentes, buenas prácticas sanitarias, y en general practicando un buen manejo de cultivo combinados con medios de control químico adecuados, ya que de esta manera se estará desfavoreciendo el desarrollo y diseminación de la enfermedad.

Las investigaciones desarrolladas para el control químico de escoba de bruja con fungicida cúprico y sistémico en aplicaciones del follaje del cacao, han sido desalentadores en la mayoría de los casos, pues aunque se logró reducir en

parte la pérdida en mazorca, el control sobre las infecciones vegetativas ha sido negativo (16).

Para la reducción de escoba de bruja se recomienda como el método eficiente a la remoción de las partes infectadas durante el período seco, lo cual debe ser combinada con el uso de fungicidas (3, 6).

5.4 DE LA EFICIENCIA DE POLINIZACIÓN.

Del resumen de la prueba de significación según la distribución de t (Cuadro 15), se observa un rechazo de la H_0 ($\mu_{a_1b_1} = \mu_{a_1b_2}$), lo que nos estaría indicando que los promedios del porcentaje de la eficiencia de polinización de los dos tratamientos son estadísticamente diferentes, notándose un efecto positivo del óxido cuproso en la fructificación y formación de frutos.

Las diferencias significativas mostradas en el cuadro anterior, aún cuando el efecto es controlado debido a la polinización artificial en los dos tratamientos en estudio, es atribuida a la acción del óxido cuproso, ya que pasa a ser una práctica complementaria dentro de un manejo integrado del cultivo, que tiene como finalidad la protección de frutos fecundados y de esa manera evitar la proliferación de plagas y enfermedades que va traer como consecuencia una menor producción.

La aplicación de óxido cuproso, con la finalidad de proteger frutos en fructificación es una práctica difundida entre los agricultores, básicamente porque la variación de los costos de ejecución entre la aplicación y no aplicación del óxido cuproso es no significativo, debido a su practicidad y bajo costo del producto.

La productividad y la tolerancia a las enfermedades son las principales características que debemos observar, teniendo en cuenta que de nada sirve tener una planta tolerante a las enfermedades si esta no es altamente productiva. Lo ideal sería tener plantaciones solamente autocompatibles, pues de esta forma no tendríamos problemas de productividad, en virtud de que todas las plantas de cacao se cruzarían con ellos mismos y entre sí; lamentablemente no se tiene condiciones para establecer este sistema, pues las plantas híbridas y los clones existentes que son productivos y resistentes a las enfermedades (escoba de bruja y moniliasis) son en su mayoría autoincompatibles, por eso se tiene que conocer los cruzamientos posibles entre estas plantas para potencializar la producción que deseamos. Es entonces, cuando la polinización artificial juega un papel preponderante para incrementar la producción, pero siempre teniendo en cuenta la compatibilidad e incompatibilidad del cultivo instalado.

Aparte del fenómeno de la incompatibilidad sexual que presenta el cacaotero, existen un sin número de factores que influyen en la fecundación de las flores,

pudiendo mencionar al clima que sin son desfavorables va a dificultar la fijación de la flor después de la polinización, las enfermedades que van a debilitar a la planta, reduciendo la capacidad de fijación de flores, la mano de obra que necesita de experiencia, destreza, capacidad visual y firmeza en las manos, y el exceso de frutos que va ser el factor preponderante en la fructificación y producción, donde plantas con un mayor número de frutos tiende a la mayor formación de cherelles (regulación fisiológica); tal como se puede observar en los Cuadros 19 y 20 del anexo, donde los tratamientos con polinización artificial y a la vez con y sin aplicación de óxido cuproso presentan la mayor cantidad de frutos cosechados, pero también presentan el mayor número promedio de frutos cherelles a comparación de los tratamientos con polinización natural y a la vez con y sin aplicación de óxido cuproso, que presentaron la menor cantidad de frutos cosechados y cherelles.

5.5 DEL ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.

El resumen del análisis de rentabilidad de los tratamientos aplicados (B/C) (Cuadro 16 y Figura 7), nos muestra variaciones marcadas entre los tratamientos que se realizaron polinización artificial y aquellos con polinización natural; cuyo beneficio neto en los dos primeros tratamientos resultó positivo ($B/C > 1$), mientras que en los dos últimos fue negativo ($B/C < 1$). Estos valores nos estaría indicando el efecto positivo tanto de la polinización artificial y aplicación de óxido cuproso en

la mayor formación de frutos, el cual va repercutir en un rendimiento de grano seco.

Si bien es cierto que el agricultor cacaotero practica una agricultura familiar y tradicional, lo que no le permite observar sus márgenes de ganancia y pérdida, esta práctica tiende a mejorar sus ingresos y por ende el bienestar de él y su familia. El cacao es un cultivo que resulta benéfico tanto para el agricultor como para el empresario, si se utilizan técnicas acorde a la realidad, donde aparte de la polinización artificial se debe incluir buenas prácticas de fertilización, poda, control fitosanitario, cosechas oportunas y un buen beneficio.

VI. CONCLUSIONES

1. Existe diferencias significativas entre los niveles del factor A (forma de polinización) para los caracteres peso de semilla húmeda y seca; donde el nivel a_1 (polinización artificial) obtuvo los mayores pesos húmedos y secos con 1.927 y 0.772 kg/árbol, respectivamente.
2. Existe una influencia positiva de la polinización artificial en los caracteres peso de semilla húmeda, semilla seca, frutos cosechados y cherelles.
3. El número de frutos cosechados y cherelles se ve influenciado por efecto del factor A (formas de polinización), más no por efecto del factor B (aplicación de óxido cuproso) e interacción de estos.
4. El nivel a_1 (polinización artificial) obtuvo los mayores número de frutos cosechado y cherelles, con 15.34 y 3.62 frutos/árbol en promedio; diferenciándose significativamente del nivel a_2 (polinización natural).
5. No existe diferencias significativas entre los niveles del factor A y factor B en el número de frutos afectados con *Moniliophthora*, *Phytophthora*, escoba de bruja y cojines con escoba; a excepción de los niveles del factor B en el número de frutos con escoba de bruja que resultó significativo.

6. Las mayores relaciones beneficio / costo lo obtuvieron los tratamientos con polinización artificial a_1b_1 y a_1b_2 con 1.21 y 1.01 respectivamente, mientras que los tratamientos con polinización natural a_2b_1 y a_2b_2 obtuvieron valores inferiores a la unidad.

VII. RECOMENDACIONES

- 1. Con la finalidad de obtener mayor número de frutos cosechados/árbol, así como un mayor peso de semilla húmeda y seca en el cultivo de cacao, realizar polinización artificial.**
- 2. Realizar trabajos experimentales sobre polinización artificial en diferentes híbridos y clones de cacao adaptables a esta localidad, para ratificar o encontrar nuevos resultados.**

VIII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se realizó en una plantación de cacao con mezcla de híbridos, localizado en el Sector de Bella Baja, distrito de Mariano Dámaso Beraún, Provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, región Andrés Avelino Cáceres - Perú, con el objeto de determinar el efecto de la polinización natural y artificial en el rendimiento del cacao, el efecto de control de enfermedades en los frutos por el óxido cuproso y precisar los costos de producción que determina cada tratamiento. Los componentes en estudio estuvieron representados por dos formas de polinización (artificial y natural), sin y con aplicación de óxido cuproso.

El diseño experimental empleado fue el Diseño Completamente Randomizado con arreglo factorial $2 \times 2 = 4$ tratamientos y 5 repeticiones, donde cada tratamiento estuvo conformado por 10 plantas, utilizándose la prueba de Duncan ($\alpha=0.05$) para la comparación de medias. Los resultados obtenidos indican que los mayores pesos de semilla húmeda, semilla seca, número de frutos cosechados y cherelles wilt se obtuvieron por efecto de la polinización artificial; donde el nivel a_1 (polinización artificial) obtuvo los mayores número de frutos cosechado y cherelles wilt, con 15.34 y 3.62 frutos/árbol en promedio; diferenciándose significativamente del nivel a_2 (polinización natural).

También se observa que no existe diferencias significativas entre los niveles del factor A y factor B en el número de frutos afectados con *Moniliophthora*,

Phytophthora y *Crinipellis* (escobas vegetativas y cojines); a excepción de los niveles del factor B en el número de frutos con escoba de bruja que resultó significativo.

Las mayores utilidades lo muestran los tratamientos con polinización artificial (a_1b_1 y a_1b_2), viéndose favorecida por la aplicación de óxido cuproso, que tiende a proteger a los frutos en formación y de esa manera incrementa la producción de grano seco de cacao. Los tratamientos con polinización natural muestran relación $B/C < 1$, lo que nos indica una práctica económicamente no viable.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ALVIN P. DE T. 1984. Flowering of Cocoa Growere, Bulletin. Pp 23 - 31.
2. ANDEBRHAN, T. 1985. Studies on the epidemiology and control of witches broom disease of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Brazilian Amazon. International Cocoa Research Conference Logna. Togo. Pp 395 - 402.
3. ANDEBRHAN, T. y BASTOS, C. N. 1957. Aplicación de fungicidas en almofadas florais infectadas por *Crinipellis pernicioso* (Stahel) Singer in Ilheus CEPLAC - CEPEC. Brasil. 302 p.
4. ASHA RAM y E. AREVALO G. 1997. Manejo integrado para el control de enfermedades del cacao con énfasis en moniliasis en el Perú. U.N.A.S. Tingo Maria. Perú 65 p.
5. BAKER, R. E. and CROWAY, S. H. 1973. Studies in the witches broom disease of cacao cused by *M. pernicioso* Parr L. Introduction simton and etiology. Memoria 7. Revista Tropical Agriculture (Trinidad). 1289 p.
6. BAKER, R. E. and HOLLYDAY, P. 1957. Witches broom disease of Cacao (*Marasmius pernicioso* Stahel). Commuwealth Mycologycal Institute of Phytopathology. Paper N°2. London. 42 p.

7. BASTOS, C. N. Y SILVA, H. G. 1979. Doencas do Cacaueiro na Amazonia Brasileira. CEPPLAC/DEPEA/COPEs. Belém. 7 p.
8. COTACHE, V. G. 1992. Efecto de algunas prácticas culturales y químicas de control de enfermedades y del comportamiento fenológico en una plantación joven y adulta de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo Maria - Perú. 130 p.
9. CHAVEZ, M. J. 1993. Efecto de la poda fitosanitaria y la aplicación de fungicidas sobre la influencia de enfermedades en cacao en una plantación rehabilitada. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú. 139 p.
10. ENRIQUEZ, A. G. 1985. Curso sobre el cultivo de cacao. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 239 p.
11. FAO. 2001. Propagación del cacao por injerto, ramilla y producción de semilla híbrida para reducir el impacto de la moniliasis del cacao en el valle del río Apurímac, en el Perú. Lima, Perú. 34p.
12. LEON, S. 1968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. Pp. 375 - 380.
13. MEDEIROS, A. G. 1974. Novos conceito sobre podridao parda de cacao. Cacao actualidade. Brasil. 457p.

14. NATURLAND E. V. 2000. Cultivo ecológico del cacao. Alemania. 26p.
15. RONDON, J. C. 1985. Avances y recomendaciones para el control de enfermedades en cacao. Informe Técnico Programa de Cacao del Instituto Colombiano agropecuario. ICA - CRI. Tulenapa Colombia. 30 p.
16. RONDON, J. C. 1986. Control cultural de escoba de bruja y moniliasis en cacao. Informe Técnico. Programa de Cacao del Instituto Colombiano Agropecurio ICA - CRI. Tulinape, Colombia. Pp. 21 - 21.
17. SORIA, J. C. 1991. Cacao. Sistemas de producción en la Amazonia Peruana. UNFDAC - PNUD/ OSP. Tingo María - Perú. Pag. 69.
18. VALDERRAMA, A. 1990. Evaluación de la eficiencia de fungicidas a base de cobre en el control de enfermedades en frutos de cacao. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. 130 p.
19. VOGEL, M. Y MACHADO, RC. R. And de T. 1982. Remocao de orgaos jovens como metodo de aviliacao das interacoes fisiológicas no crescimento. Floracao o fructificasao de cacaueiro. Proc. 8 th Internet. Cocoa res. Conf. Cartagena, Colombia. Pp 5 - 31.
20. WOOD, G. A. 1975. 1982. Cacao. México. CECSA. Pp. 168 - 178.

X. ANEXO

Cuadro 17. Peso de semilla húmeda en kilogramo por árbol (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	2.85	1.39	0.13	0.25
2	2.21	1.62	0.26	0.50
3	1.06	1.83	0.24	0.87
4	1.90	1.80	0.47	0.41
5	3.21	1.79	0.21	0.26
Total	11.22	8.41	1.30	2.28
Promedio	2.24	1.68	0.26	0.46

Cuadro 18. Peso de semilla seca en kilogramo por árbol (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	1.13	0.55	0.05	0.10
2	0.88	0.65	0.10	0.20
3	0.42	0.73	0.09	0.35
4	0.76	0.72	0.19	0.16
5	1.28	0.72	0.08	0.11
Total	4.48	3.37	0.52	0.92
Promedio	0.90	0.67	0.10	0.18

Cuadro 19. Número de frutos cosechados por árbol (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	23.70	10.50	1.40	2.50
2	18.10	13.80	2.60	5.30
3	7.60	11.40	2.30	8.50
4	15.60	16.40	4.60	3.10
5	27.70	13.50	2.20	2.40
Total	92.70	65.60	13.10	21.80
Promedio	18.54	13.12	2.62	4.36

Cuadro 20. Número de frutos cherelles (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	11.30	5.90	1.80	1.70
2	5.10	3.10	1.00	0.40
3	1.50	1.90	0.50	1.10
4	2.40	3.20	0.00	0.50
5	3.80	1.60	0.10	0.60
Total	24.10	15.70	3.40	4.30
Promedio	4.82	3.14	0.68	0.86

Cuadro 21. Número de frutos con moniliasis (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	0.10	0.10	0.00	0.10
2	0.00	0.00	0.00	0.30
3	0.10	0.30	0.00	0.20
4	0.10	0.40	0.20	0.40
5	0.40	0.00	0.00	0.40
Total	0.70	0.80	0.20	1.40
Promedio	0.14	0.16	0.04	0.28

Cuadro 22. Número de frutos con escoba de bruja (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	B₁ = CA	B₂ = SA
1	0.40	0.40	0.10	0.70
2	0.00	0.00	0.20	0.50
3	0.00	0.30	0.30	0.40
4	0.30	0.30	0.10	0.70
5	0.20	0.00	0.00	0.30
Total	0.90	1.00	0.70	2.60
Promedio	0.18	0.20	0.14	0.52

Cuadro 23. Número de frutos con *Phytophthora* (datos originales).

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	B ₂ = SA
1	0.20	0.30	0.00	0.50
2	0.00	0.00	0.00	0.40
3	0.00	0.20	0.10	0.10
4	0.10	0.00	0.00	0.10
5	0.20	0.00	0.00	0.20
Total	0.50	0.50	0.10	1.30
Promedio	0.10	0.10	0.02	0.26

Cuadro 24. Número de cojines con escoba de bruja (datos originales).

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	0.90	0.60	0.20	0.70
2	0.80	0.40	0.20	1.10
3	0.00	0.20	0.30	1.20
4	0.20	0.30	0.30	0.50
5	0.00	0.00	0.10	0.60
Total	1.90	1.50	1.10	4.10
Promedio	0.38	0.30	0.22	0.82

Cuadro 25. Número de flores polinizadas por árbol (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	60.70	39.00	0.00	0.00
2	46.90	37.00	0.00	0.00
3	14.30	33.20	0.00	0.00
4	35.70	37.40	0.00	0.00
5	64.00	37.20	0.00	0.00
Total	221.60	183.80	0.00	0.00
Promedio	44.32	36.76	0.00	0.00

Cuadro 26. Número de frutos fecundados por árbol (datos originales).

Repetición	a₁ = Polinización artificial		a₂ = Polinización natural	
	b₁ = CA	b₂ = SA	b₁ = CA	b₂ = SA
1	35.70	16.60	0.00	0.00
2	23.20	17.10	0.00	0.00
3	9.20	14.10	0.00	0.00
4	18.70	20.30	0.00	0.00
5	32.30	15.10	0.00	0.00
Total	119.10	83.20	0.00	0.00
Promedio	23.82	16.64	0.00	0.00

Cuadro 27. Peso de semilla húmeda en kilogramo por árbol (datos transformados a

$$\sqrt{x+0.5}).$$

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	1.83	1.37	0.79	0.86
2	1.65	1.45	0.87	1.00
3	1.25	1.53	0.86	1.17
4	1.55	1.52	0.98	0.95
5	1.92	1.51	0.84	0.87
Total	8.20	7.38	4.35	4.86
Promedio	1.64	1.48	0.87	0.97

Cuadro 28. Peso de semilla seca en kilogramo por árbol (datos transformados a

$$\sqrt{x+0.5}).$$

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	1.28	1.03	0.74	0.77
2	1.18	1.07	0.78	0.84
3	0.96	1.11	0.77	0.92
4	1.12	1.10	0.83	0.82
5	1.33	1.10	0.76	0.78
Total	5.87	5.41	3.88	4.13
Promedio	1.17	1.08	0.78	0.83

Cuadro 29. Número de frutos cosechados (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Repetición	$a_1 = \text{Polinización artificial}$		$a_2 = \text{Polinización natural}$	
	$b_1 = \text{CA}$	$b_2 = \text{SA}$	$b_1 = \text{CA}$	$b_2 = \text{SA}$
1	4.92	3.32	1.38	1.73
2	4.31	3.78	1.76	2.41
3	2.85	3.45	1.67	3.00
4	4.01	4.11	2.26	1.90
5	5.31	3.74	1.64	1.70
Total	21.40	18.40	8.71	10.74
Promedio	4.28	3.68	1.74	2.15

Cuadro 30. Número de frutos Cherelles (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Repetición	$a_1 = \text{Polinización artificial}$		$a_2 = \text{Polinización natural}$	
	$b_1 = \text{CA}$	$b_2 = \text{SA}$	$b_1 = \text{CA}$	$b_2 = \text{SA}$
1	3.44	2.53	1.52	1.48
2	2.37	1.90	1.22	0.95
3	1.41	1.55	1.00	1.26
4	1.70	1.92	0.71	1.00
5	2.07	1.45	0.77	1.05
Total	10.99	9.35	5.22	5.75
Promedio	2.20	1.87	1.04	1.15

Cuadro 31. Número de frutos con moniliasis.

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	0.77	0.77	0.71	0.77
2	0.71	0.71	0.71	0.89
3	0.77	0.89	0.71	0.84
4	0.77	0.95	0.84	0.95
5	0.95	0.71	0.71	0.95
Total	3.98	4.03	3.67	4.40
Promedio	0.80	0.81	0.73	0.88

Cuadro 32. Número de frutos con escoba de bruja.

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	B ₁ = CA	b ₂ = SA
1	0.95	0.95	0.77	1.10
2	0.71	0.71	0.84	1.00
3	0.71	0.89	0.89	0.95
4	0.89	0.89	0.77	1.10
5	0.84	0.71	0.71	0.89
Total	4.09	4.15	3.99	5.03
Promedio	0.82	0.83	0.80	1.01

Cuadro 33. Número de frutos con *Phytophthora* (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	0.84	0.89	0.71	1.00
2	0.71	0.71	0.71	0.95
3	0.71	0.84	0.77	0.77
4	0.77	0.71	0.71	0.77
5	0.84	0.71	0.71	0.84
Total	3.86	3.85	3.60	4.33
Promedio	0.77	0.77	0.72	0.87

Cuadro 34. Número de cojines con escoba de bruja (datos transformados a $\sqrt{x+0.5}$).

Repetición	a ₁ = Polinización artificial		a ₂ = Polinización natural	
	b ₁ = CA	b ₂ = SA	b ₁ = CA	b ₂ = SA
1	1.18	1.05	0.84	1.10
2	1.14	0.95	0.84	1.26
3	0.71	0.84	0.89	1.30
4	0.84	0.89	0.89	1.00
5	0.71	0.71	0.77	1.05
Total	4.57	4.44	4.24	5.71
Promedio	0.91	0.89	0.85	1.14

Cuadro 35. Presupuesto del tratamiento (Polinización artificial con aplicación de óxido cuproso) del trabajo experimental (Nuevo Soles).

Rubro	Unid.	Cant.	Costo Unit (S/)	Sub Total (S/.)	Total (S/.)
I. Trabajo de campo					330.00
Prospección y limpieza terreno	Jornal	5	15.00	75.00	
Poda	Jornal	3	15.00	45.00	
Aplicación de fungicidas	Jornal	1	15.00	15.00	
Polinización	Jornal	12	15.00	180.00	
Fertilización	Jornal	1	15.00	15.00	
II. Materiales					434.00
Tijera de podar	Unidad	1	55.00	55.00	
Alfileres	Caja	10	2.50	25.00	
Rollo de película	Unidad	1	9.00	9.00	
Escobilla de fierro	Unidad	2	18.00	36.00	
Fotocopias	Unidad	200	0.10	20.00	
Letreros	Unidad	28	3.00	84.00	
Cloruro de potasio (60%)	Saco	1	44.00	44.00	
Urea (46%)	Saco	1	44.00	44.00	
Super triple (46%)	Saco	1	49.00	49.00	
Oxido cuproso	Kg.	2	25.00	50.00	
Adherentes	Lt.	1	18.00	18.00	
III. Total (I+II)			(3/4 ha)	S/. 764.00	
			(1.0 ha)	S/. 1018.67	

Cuadro 36. Presupuesto del tratamiento (Polinización artificial sin aplicación de óxido cuproso) del trabajo experimental (Nuevo Soles).

Rubro	Unid.	Cant.	Costo Unit (S/)	Sub Total (S/.)	Total (S/.)
I. Trabajo de campo					315.00
Prospección y limpieza terreno	Jornal	5	15.00	75.00	
Poda	Jornal	3	15.00	45.00	
Polinización	Jornal	12	15.00	180.00	
Fertilización	Jornal	1	15.00	15.00	
II. Materiales					366.00
Tijera de podar	Unidad	1	55.00	55.00	
Alfileres	Caja	10	2.50	25.00	
Rollo de película	Unidad	1	9.00	9.00	
Escobilla de fierro	Unidad	2	18.00	36.00	
Fotocopias	Unidad	200	0.10	20.00	
Letreros	Unidad	28	3.00	84.00	
Cloruro de potasio (60%)	Saco	1	44.00	44.00	
Urea (46%)	Saco	1	44.00	44.00	
Super triple (46%)	Saco	1	49.00	49.00	
III. Total (I+II)			(3/4 ha)	S/. 681.00	
			(1.0 ha)	S/. 908.00	

Cuadro 37. Presupuesto del tratamiento (Polinización natural con aplicación de óxido cuproso) del trabajo experimental (Nuevo Soles).

Rubro	Unid.	Cant.	Costo Unit (S/)	Sub Total (S/.)	Total (S/.)
I. Trabajo de campo					150.00
Prospección y limpieza terreno	Jornal	5	15.00	75.00	
Poda	Jornal	3	15.00	45.00	
Aplicación de fungicidas	Jornal	1	15.00	15.00	
Fertilización	Jornal	1	15.00	15.000	
II. Materiales					373.00
Tijera de podar	Unidad	1	55.00	55.00	
Rollo de película	Unidad	1	9.00	9.00	
Fotocopias	Unidad	200	0.10	20.00	
Letreros	Unidad	28	3.00	84.00	
Cloruro de potasio (60%)	Saco	1	44.00	44.00	
Urea (46%)	Saco	1	44.00	44.00	
Super triple (46%)	Saco	1	49.00	49.00	
Oxido cuproso	Kg.	2	25.00	50.00	
Adherentes	Lt.	1	18.00	18.00	
III. Total (I+II)			(3/4 ha)	S/. 523.00	
			(1.0 ha)	S/. 697.33	

Cuadro 38. Presupuesto del tratamiento (Polinización natural sin aplicación de óxido cuproso) del trabajo experimental (Nuevo Soles).

Rubro	Unid.	Cant.	Costo Unit (S/)	Sub Total (S/.)	Total (S/.)
I. Trabajo de campo					135.00
Prospección y limpieza terreno	Jornal	5	15.00	75.00	
Poda	Jornal	3	15.00	45.00	
Fertilización	Jornal	1	15.00	15.00	
II. Materiales					305.00
Tijera de podar	Unidad	1	55.00	55.00	
Rollo de película	Unidad	1	9.00	9.00	
Fotocopias	Unidad	200	0.10	20.00	
Letreros	Unidad	28	3.00	84.00	
Cloruro de potasio (60%)	Saco	1	44.00	44.00	
Urea (46%)	Saco	1	44.00	44.00	
Super triple (46%)	Saco	1	49.00	49.00	
III. Total (I+II)			(3/4 ha)	S/. 440.00	
			(1.0 ha)	S/. 586.67	

Cuadro 39. Calendario agrícola para el control del plagas y enfermedades del cultivo de cacao; así también para la polinización artificial.

	MESES DEL AÑO												
	Ene	Feb	Mar	Abr	Mav	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
Época de brotamiento principal			[Hatched]							[Hatched]			
Época de mayor floración	[Vertical lines]												
Polinización artificial					[Vertical lines]								
Época de mayor fructificación	[Dotted]												
Época de mayor cosecha	[Horizontal lines]												
Control de malezas				[Diagonal]				[Diagonal]				[Diagonal]	
Abonamiento				[Diagonal]						[Diagonal]			
Poda de árboles										[Grid]			
Desbrotamiento	[Dotted]												
Poda fitosanitaria								[Dotted]					
Repaso de poda fitosanitaria				[Cross-hatched]									
Tratamiento de cáscara	Estas actividades deberá realizarse después de cada cosecha												
Aplicación de fungicidas					[Cross-hatched]								

Figura 8. Diagrama de la parcela de Bella Baja

