

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**Departamento Académico de Ciencia, Tecnología é
Ingeniería de Alimentos**



**“CARACTERIZACION DEL LATEX DE SANGRE DE
GRADO (Croton draconoides Muell. Arg) DE ARBOLES
DE DIFERENTES PISOS ECOLOGICOS”.**

TESIS

Para Optar el Título de:

Ingeniero en Industrias Alimentarias

Presentado por:

Javier Pizarro Urquia

TINGO MARIA - PERU

2001



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 18 de junio del 2001, a horas 5:30 pm., en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentada por el Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **Javier PIZARRO URQUIA**.

“CARACTERIZACIÓN DEL LATEX DE SANGRE DE GRADO (*Croton draconoides Muell. Arg*) DE ÁRBOLES DE DIFERENTES PISOS ECOLÓGICOS”

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran aprobada con el calificativo de **Bueno**, en consecuencia el Bachiller: **Javier PIZARRO URQUIA**, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art.22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 43° y 45° del Estatuto y los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, julio 02 del 2001

Ing. Lauriano Zavaleta de la Cruz
Presidente

Ing. Ramón Julca Roldán
Vocal

Ing. Wilfredo Zavala Solorzano
Vocal

Ing. Elizabeth Ordóñez Gómez
Asesor

DEDICATORIA.

Al divino creador.

Por iluminar mi camino y guiarme
en cada instante.

A mis queridos padres Gunter y
Ruth.

Por sus esfuerzos y sacrificios
brindados para culminar mi carrera
profesional.

A mis hermanos Gunter, Ruth y
Jerson.

Por su permanente apoyo moral y
afecto fraterno.

A mis abuelos Juan y Adela.

Por orientarme adecuadamente en
todo momento.

AGRADECIMIENTO.

- A la Ing. Elizabeth Ordoñez Gómez, Patrocinadora del presente trabajo de investigación.
- Al Ing. Tomas Menacho Mallqui, por su apoyo en la recolección de la materia prima.
- Al Dr. Manuel Sandoval Chacón, por la orientación brindada en la evaluación de la capacidad antioxidativa.
- A David Contreras, Gastón Zapata, Luis Becerril, Vanessa García y amigos todos, que de una u otra forma me apoyaron en la realización del presente estudio.
- A Judith Herrera Tito, por su apoyo incondicional en la realización de la presente.
- A los Jefes y Técnicos de los laboratorios de: Espectrofotometría, Nutrición animal, Química, Suelos y Tecnología e industrias cárnicas, por brindar las facilidades para el desarrollo de la presente Tesis.

INDICE.

	Pág.
RESUMEN	
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SANGRE DE GRADO.....	3
1. Descripción botánica.....	3
2. Taxonomía.....	3
3. Condiciones ambientales para el desarrollo.....	4
a. Clima.....	4
b. Suelo.....	4
4. Cosecha y manejo postcosecha.....	4
a. Cosecha.....	4
b. Manejo postcosecha.....	5
5. Componentes químicos.....	5
a. Alcaloides.....	6
b. Lignanos.....	7
c. Flavonoides.....	8
d. Otros compuestos.....	10
6. Actividades biológicas.....	10
B. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE ANTIOXIDANTES.....	11
1. Radicales libres.....	11
2. Formación de los radicales libres.....	11

3.	Radicales libres de importancia biológica.	12
4.	Antioxidante.	13
5.	Actividad de los antioxidantes.	13
6.	Principales antioxidantes.	14
a.	Beta caroteno.	15
b.	Vitamina E.	15
c.	Vitamina C.	16
d.	Oligoelementos.	16
C.	IMPORTANCIA DE LOS MINERALES EN LAS PLANTAS.	16
1.	Nitrógeno.	17
2.	Calcio.	17
3.	Magnesio.	18
4.	Sodio.	18
5.	Potasio.	18
6.	Cobre.	18
7.	Hierro.	19
8.	Zinc.	19
9.	Manganeso.	19
D.	ASPECTOS GENERALES SOBRE ECOLOGÍA.	20
1.	Definición.	20
2.	El ambiente con relación a las plantas.	20
3.	Factores que influyen en el tipo y desarrollo de la vegetación.	21
a.	Factores fisiográficos.	21

b. Factores edáficos.....	24
c. Factores bióticos.....	24
d. Factores ambientales.....	25
e. La precipitación.....	25
f. Humedad relativa.....	26
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN.....	27
B. RECOLECCION DE MATERIA PRIMA.....	27
1. Aserradero.....	27
2. Pumahuasi.....	28
3. Divisoria.....	28
C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.....	29
1. Equipos de laboratorio.....	29
2. Materiales de laboratorio.....	29
3. Reactivos y soluciones.....	30
D. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	31
1. Análisis químico proximal.....	31
a. Humedad.....	31
b. Grasa.....	31
c. Cenizas totales.....	31
d. Proteína.....	31
e. Fibra.....	32
f. Carbohidratos.....	32

2.	Análisis de minerales	32
a.	Determinación de calcio y magnesio	32
b.	Determinación de Sodio, Potasio, Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso	34
3.	Evaluación de la capacidad antioxidativa	37
E.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	37
1.	Análisis químico proximal	37
2.	Análisis de minerales	38
3.	Evaluación de la capacidad antioxidativa	38
a.	Determinación del porcentaje de inhibición del radical libre, DPPH	38
b.	Determinación del coeficiente de inhibición (IC ₅₀)	39
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	41
A.	CARACTERIZACIÓN QUÍMICO PROXIMAL DEL LÁTEX DE SANGRE DE GRADO	41
1.	Contenido de humedad	41
2.	Contenido de proteína	43
3.	Contenido de grasa	47
4.	Contenido de fibra	48
5.	Contenido de ceniza	50
6.	Contenido de carbohidratos	51
7.	Contenido químico proximal en promedio del látex de sangre de grado	53

B. DETERMINACION MINERALES DEL LATEX DE SANGRE DE GRADO.....	54
1. Contenido de calcio.....	54
2. Contenido de magnesio.....	58
3. Contenido de sodio.....	61
4. Contenido de potasio.....	62
5. Contenido de cobre.....	65
6. Contenido de hierro.....	67
7. Contenido de zinc.....	70
8. Contenido de manganeso.....	72
9. Contenido de minerales en promedio del látex de sangre de grado.....	74
C. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDATIVA DEL LÁTEX DE SANGRE DE GRADO.....	75
1. Inhibición del radical libre, DPPH.....	76
2. Determinación del coeficiente de inhibición (IC ₅₀).....	77
V. CONCLUSION.....	85
VI. RECOMENDACIÓN.....	87
VII. BIBLIOGRAFIA.....	88
VIII. ANEXOS.....	94

INDICE DE CUADROS.

	Pàg.
Cuadro 1. Radicales libres de importancia biológica.....	12
Cuadro 2. Principales defensas de los antioxidantes.....	14
Cuadro 3. Parámetros para las lecturas de calcio y magnesio.....	33
Cuadro 4. Solución estándar para el Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn.....	35
Cuadro 5. Parámetros para las lecturas de Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn.....	36
Cuadro 6. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	41
Cuadro 7. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	42
Cuadro 8. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	44
Cuadro 9. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	45
Cuadro 10. Contenido de proteína del látex de grado por edad del árbol.....	46
Cuadro 11. Contenido de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	47
Cuadro 12. Contenido de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	49
Cuadro 13. Contenido de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	50

Cuadro 14. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	51
Cuadro 15. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	52
Cuadro 16. Contenido químico proximal en promedio del látex de sangre de grado.....	54
Cuadro 17. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	55
Cuadro 18. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	56
Cuadro 19. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	57
Cuadro 20. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	59
Cuadro 21. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	60
Cuadro 22. Contenido de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	61
Cuadro 23. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	62
Cuadro 24. Contenido de potasio del látex sangre de grado por piso ecológico.....	63

Cuadro 25. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	64
Cuadro 26. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	65
Cuadro 27. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	66
Cuadro 28. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	68
Cuadro 29. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	69
Cuadro 30. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	70
Cuadro 31. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	71
Cuadro 32. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	73
Cuadro 33. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	74
Cuadro 34. Contenido de minerales en promedio del látex de sangre de grado.....	75
Cuadro 35. Efecto del látex de sangre de grado en la inhibición del DPPH....	76

Cuadro 36. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.....	79
Cuadro 37. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico.....	81
Cuadro 38. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por edad del árbol.....	83
Cuadro 39. Capacidad antioxidativa en promedio del látex de sangre de grado.....	84

INDICE DE FIGURAS.

	Pág.
Figura 1. El alcaloide taspina	6
Figura 2. El lignano 3, 4-O-dimetilcedrusina	7
Figura 3. Estructura del 2-fenilcromano (flavano)	8
Figura 4. Proantocianidina oligomérica, SP-303	9
Figura 5. Diagrama experimental para el análisis químico proximal, minerales y evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado	40
Figura 6. Curvas de degradación del DPPH por acción del látex de sangre de grado	77
Figura 7. Coeficiente de inhibición (IC 50) del DPPH por el látex de sangre de grado	78

RESUMEN.

Sangre de grado (*Croton draconoides* Muell. Arg) es un árbol que crece en los bosques húmedos de la Amazonía Peruana, cuyo látex tiene valor económico debido a sus propiedades medicinales.

Con el objetivo de caracterizar el látex de sangre de grado se consideró el análisis químico proximal, minerales y evaluación de la capacidad antioxidativa; para esto se colectaron muestras de tres pisos ecológicos de Terraza alta a 650 m.s.n.m de Colina baja a 800 m.s.n.m. y de Montaña alta a 1600 m.s.n.m. de árboles de cuatro a seis años y mayores de seis años de edad; los análisis fueron realizados en los laboratorios de: Espectrofotometría, Nutrición animal, Química y Suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en el período de Julio a Diciembre del 2000.

Para el análisis químico proximal se determinaron por métodos de la A.O.A.C.; para la humedad método de estufa (1997). 23,003; para grasa método de soxhlet (1971). 935,60; para cenizas totales método de calcinación directa (1971). 942,50; para proteína método semi microkjeldahl (1991). 991,29; para fibra (1991). 991,29; y para carbohidratos se determinó por diferencia de los demás componentes (Hart y Fisher, 1991). Para el análisis de minerales el método seguido fue por espectrofotometría de absorción atómica recomendado por la A.O.A.C (1994), los códigos del método de cada elemento se describe a continuación: Calcio y magnesio 991,25; Sodio 976,35; Potasio 986,15; Hierro 990,05; Cobre 960,40; Zinc 969,39 y Manganeso 930,34. Y para la evaluación

de la capacidad antioxidativa el método utilizado fue el DPPH (1,1-diphenyl -2-picrilhydrazyl), por espectrofotometría de luz visible (Longitud de onda a 515 nm). Este método consiste en el secuestro del radical libre DPPH in vitro, haciendo reaccionar soluciones del látex con la solución estándar de DPPH (100 μ M).

Los resultados de los análisis determinados fueron evaluados aplicando el diseño estadístico completo al azar con arreglo factorial de 3*2, con 3 repeticiones, para los niveles donde existió significancia estadística se evaluó mediante la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Los resultados obtenidos del presente estudio mostraron valores de concentración muy variados, presentando el piso ecológico de Terraza alta (650m.s.n.m.) un mayor contenido en: Calcio (560,53 mg/100g), magnesio (75,03 mg/100g), hierro (1,28 mg/100g) y una mayor eficiencia en capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 13,33 \mu\text{g/ml}$); el piso ecológico de Colina baja (800 m.s.n.m.) un mayor contenido en potasio (27,31 mg/100g); y el piso ecológico de Montaña alta (1600 m.s.n.m.) un mayor contenido en: Proteína (1,79%), cobre (0,18 mg/100g) y zinc (0,07 mg/100g); Por edad del árbol los mayores de seis años de edad, presentaron un menor contenido de humedad (67,89%), un mayor contenido de proteína (1,72%), de carbohidratos (27,62%), de potasio (24,30 mg/100g), de manganeso (0,33 mg/100g) y una mayor eficiencia en capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 13,85 \mu\text{g/ml}$), que los árboles de cuatro a seis años de edad.

Obteniendo un promedio general en composición químico proximal de 67,81% de humedad; 1,52% de proteína; 2,11% de grasa; 0,35% de fibra; 0,17% de ceniza y 26,04% de carbohidratos; en la concentración de minerales 512,69 mg/100g de calcio; 71,54 mg/100g de magnesio; 5,43 mg/100g de sodio; 20,79 mg/100g de potasio; 0,12 mg/100g de cobre; 0,83 mg/100g de hierro; 0,06 mg/100g de zinc y 0,28 mg/100g de manganeso; y en la capacidad antioxidativa el coeficiente de inhibición (IC_{50}) fue 14,10 μ g/ml.

SUMMARY.

Sangre de grado (*Croton draconoides* Muell. Arg) is a tree that grows in the Peruvian Amazon basin and its sap has an economical value because of its medicinal properties. The objective of this study was to characterize the sap of sangre de grado in terms of its chemical proximal analysis, mineral composition, and antioxidant activity. The sap was collected from three different ecological altitudes (areas) ranging from 650, 800 and 1600 meters above sea level (m.s.n.m.). The trees were selected according to their age in two groups: 1) 4 -6 years and 2) older than 6 years old. The analysis were carried out from July - December of 2000 in the Spectrophotometry, Nutrition, Chemistry and Soil Laboratories of Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Peru.

The chemical proximal analysis was done using the AOAC method previously described, humidity by method 23,003 (1997), fat by soxhlet method 935,60 (1971), ash method 942,50 (1971), protein by microkjeldahal method 991,29 (1991), fiber by method 991,29 (1991), carbohydrates by difference from the other components as indicated by (Hart and Fisher, 1991). Mineral analysis was performed by atomic absorption spectrophotometry as recommended by the AOAC (1994). The code for the methods used were: Calcium and Magnesium 991,25; Sodium 976,35; Potassium 986,15; Iron 990,05; Copper 960,40; Zinc 969,39 and Manganese 930,34. The antioxidant activity was assessed by using the free radical DPPH (1,1-diphenyl -2- picrilhydrazyl), the inhibition was quantified by spectrophotometry at 515 nm.

The statistical analysis of the results from the different assays were performed using a completely randomized design arranged in a factorial experiment 3 x 2, the number of replicates was three. Post analysis was performed using the Duncan test ($P < 0,05$). The results for the ecological altitude of 650 m.s.n.m that were greater than the other two areas were as follows: Calcium (560.53 mg/100g), Magnesium (75.03 mg/100g), Iron (1.28 mg/100g), and the IC_{50} value to inhibit DPPH was 13.33 $\mu\text{g/ml}$. For the ecological altitude of 800 m.s.n.m. the results that were higher than the other two areas were as follows: Potassium (27.31 mg/100g). For the ecological altitude of 1600 m.s.n.m., it was observed that the sap from this area was higher in protein (1.79%), Copper (0.18 mg/100g) and Zinc (0.07 mg/100g) compared to the other two areas. According to the age of the trees we found out that the sap from older trees (> 6 years old) had lower humidity (67.89 %), greater protein content (1.72%), carbohydrates (27.62%), Potassium (24.30 mg/100g), Manganese (0.33 mg/100g), and a better efficiency to inhibit DPPH ($IC_{50} = 13.85 \mu\text{g/ml}$) than 4-6 years old trees.

In general the sap of sangre de grado had the following results (average), for chemical proximal analysis: humidity 67.81%; protein 1.52%; fat 2.11%; fiber 0.35%; ash 0.17%, carbohydrates 26.04%; minerals: Calcium 512.69 mg/100g; Magnesium 71.54 mg/100g; Sodium 5.43 mg/100g; Potassium 20.79 mg/100g; Copper 0.12 mg/100g; Iron 0.83 mg/100g; Zinc 0.06 mg/100g and Manganese 0.28 mg/100g. The capacity to inhibit DPPH was 14.10 $\mu\text{g/ml}$.

I. INTRODUCCION.

Sangre de grado (*Croton draconoides* Muell. Arg) es un árbol que crece en los bosques húmedos de la Amazonía Peruana, cuyo látex tiene valor económico debido a sus propiedades medicinales.

La región Rupa Rupa o selva alta en especial la provincia de Leoncio Prado está conformado por valles, comprendidas desde planos aluviales y terrenos pantanosos hasta regularmente accidentados, en cuya vegetación forestal se encuentran un sin número de plantas medicinales, entre ellas: Ojé (*Ficus anthelmintica*), marañón (*Anacardium occidentale* L), pan de árbol (*Artocarpus incisa*), uña de gato (*Uncaria tomentosa*), sangre de grado entre otros. A este último desde tiempos inmemorables, los habitantes de esta zona le dan usos tradicionales como: para mejorar la fertilidad, para controlar la tuberculosis, para la cicatrización de heridas, para la diarrea, para la fiebre entre otros usos.

El aumento de su demanda en los últimos años tanto en el mercado nacional como Internacional, hace necesario realizar trabajos de investigación que permitan determinar sus diferentes componentes, tales como: químico proximal, minerales y evaluación de la capacidad antioxidativa; que hoy en día no es conocido en base a una investigación científica.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo entre los meses de Julio a Diciembre del 2000, planteándonos la siguiente hipótesis:

- Los pisos ecológicos y la edad del árbol influyen en la composición química proximal, concentración de minerales y capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado.

Teniendo como objetivos:

- Caracterizar el látex de sangre de grado de árboles de cuatro a seis años y mayores de seis años, procedente de diferentes pisos ecológicos (Terraza alta, Colina baja y Montaña alta) considerando análisis químico proximal y minerales.
- Evaluar la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SANGRE DE GRADO.

1. Descripción botánica.

Arbol de hasta 25 m de altura; el látex de color rojo oscuro; hojas con trichomas estrellados, fruto capsular con tres valvas. El género *Croton* está conformado por árboles pequeños y medianos; monoicos; con savia de color amarillo - rojizo; hojas enteras, dentadas, raramente lobuladas; inflorescencia en racimos o espigas axilares o terminales; fruto esquizocárpico; semillas lisas o con una pequeña carúncula notoria, (Meza, 1999).

2. Taxonomía.

Cronquist, A. citado por Meza (1999); menciona que el sangre de grado tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reyno	:	Vegetal.
Sub reino	:	Fanerogama.
División	:	Magnoliophyta.
Clase	:	Magnoliopsida.
Sub clase	:	Rosidae.
Orden	:	Euphorbiales.
Familia	:	Euphorbiaceae.
Género	:	Croton.
Especie	:	Croton draconoides, Muell. Arg.

3. Condiciones ambientales para el desarrollo.

a. Clima.

El sangre de grado se desarrolla en climas cálidos con alta humedad relativa; temperatura media anual entre 17.7 y 30 °C; precipitación pluvial entre 2000 a 3300 mm/año; nivel altitudinal entre 300 a 2080 m.s.n.m. (Rengifo y Cerruti, 1997).

b. Suelo.

El sangre de grado se desarrolla bien en suelo arcilloso moderadamente ácidos (5,6 a 6,0) a ligeramente alcalinos (7,4 a 7,8), con abundante o escasa materia orgánica, con buen drenaje y aireación, (Rengifo y Cerruti, 1997).

4. Cosecha y manejo postcosecha.

a. Cosecha.

- Técnicas de extracción.

Las técnicas para la extracción más conocidas son dos: La primera que consiste en cortar el árbol y realizar la colección en árbol caído mediante cortes en espiral y la segunda sin derribar el árbol, realizando cortes en espiral ó cortes en forma de V, sobre la corteza del fuste, (Rengifo y Cerruti,1997).

- **Factores que influyen en el rendimiento.**

El árbol empieza a producir látex a partir del cuarto año de edad y los factores que influyen en el rendimiento son: radiación solar, follaje, diámetro de árbol, ángulo de corte, precipitación y fase lunar, (Estrella, 1995).

b. Manejo postcosecha.

Meza (1999); Rengifo y Cerruti (1997), mencionan algunas recomendaciones que se deben tener en cuenta después de la extracción del látex para determinar su calidad y pureza.

- Evitar coleccionar el látex en días lluviosos porque el agua altera la densidad.
- Evitar mezclar el látex con tierra u otras impurezas.
- Envasar el látex en galones de plástico limpio y seco herméticamente cerrados, almacenar en lugares frescos por no más de dos meses ya que esto también afectará su calidad.
- La adición de aguardiente en pequeña cantidad, evitará que el látex se cristalice.

5. Componentes químicos.

Desde el punto de vista fitoquímico el sangre de grado tiene tres principales componentes; una fracción alcaloidea representado por el alcaloide taspina, algunos lignanos y una fracción fenólica del tipo protoantocianidico, (Pieters *et al*, 1993).

a. Alcaloides.

Los alcaloides constituyen un grupo de compuestos secundarios que contienen nitrógeno en su molécula, a menudo formando parte de un anillo heterocíclico y la mayoría, como su propio nombre lo indica (alcaloide = parecido a álcali), son básicos, son compuestos blancos cristalinos con poca solubilidad en agua, (Azcon,1996).

Del género Croton se han aislado más de 30 alcaloides, 22 con estructura conocida, siendo las principales la solutaridina, sinoacutina, sparciflorina y el más importante encontrado en el látex de sangre de grado Taspina, (Rengifo y Cerruti, 1997).

Taspina.

Taspina es un alcaloide que tiene la fórmula empírica $C_{20}H_{19}NO_6$ cuya fórmula estructural se muestra en la siguiente figura.

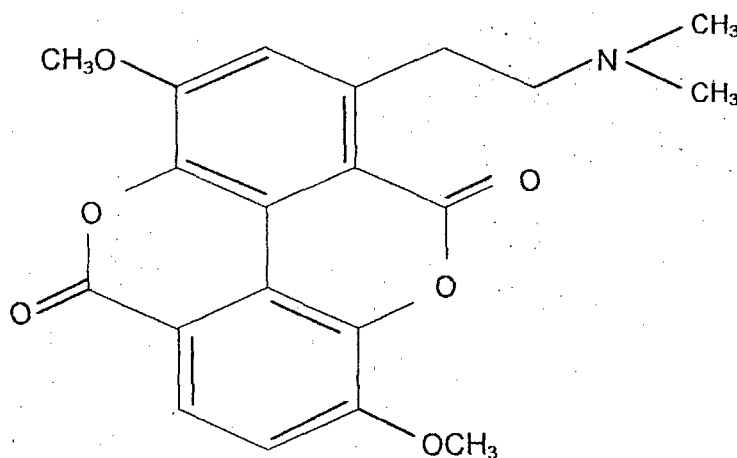


Figura 1. El alcaloide Taspina.

Fuente: Pieters *et al*, 1993.

Es un compuesto ópticamente inactivo de color amarillo claro y con un punto de fusión de 370 °C; el compuesto es insoluble en agua, soluciones álcali, soluciones de amoniaco, alcohol o acetona y soluble en cloroformo y dicloroetano, (Meza, 1999).

b. Lignan.

Son estructuras que integran dos unidades de fenilpropanoide y que se forman por la dimerización reductiva de dos ácidos o alcoholes cinámicos. Se encuentran distribuidos en numerosas familias de plantas superiores y son generalmente, componentes de resinas, (Azcon, 1996).

Del látex de sangre de grado se han aislado dos lignanos dihidrobenzofuranos; el 3',4-O-dimetilcedrusina (Figura 2) y el 4-O-medtilcedrusina, (Pieters *et al*, 1993).

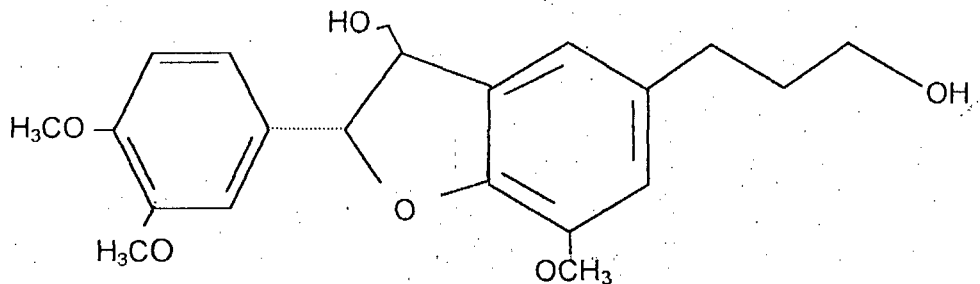


Figura 2. El lignano 3',4-O-dimetilcedrusina.

Fuente: Pieters *et al*, 1993.

c. **Flavonoides.**

Son compuestos de 15 carbonos que se encuentran en todo el reino vegetal, siendo muchos de ellos fácilmente reconocibles como pigmentos de las flores en la mayoría de angiospermas. Su estructura química se basa en el anillo de flavano sustituido tal como se muestra en la siguiente figura, (Salisbury, 1994).

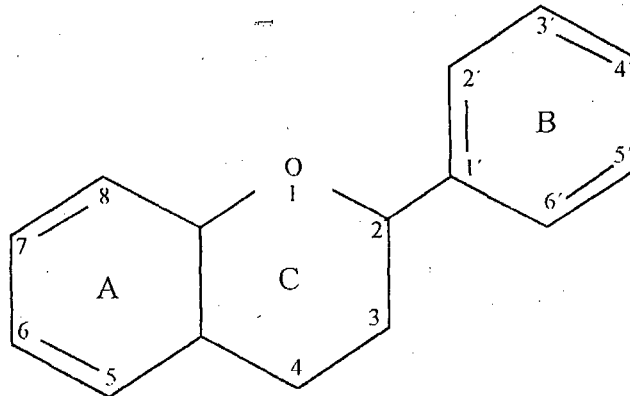


Figura 3. Estructura del 2-fenilcromano (flavano).

Fuente: Azcon, 1996.

El anillo A es casi siempre de fluoroglucinol, mientras que el anillo B puede presentar diversas modificaciones. Ambos anillos están unidos por una cadena de tres átomos de C que suele cerrarse formando el ciclo del pirano, (Azcon, 1996).

El látex de sangre de grado contiene proantocianidinas como constituyentes principales que pueden llegar hasta el 90% de su peso seco; De ella se ha aislado una proantocianidina oligomérica que han denominado SP-303 (Figura 4) que es la más importante

por su actividad contra una gran variedad de virus. Además de ella se han aislado (+) - catequinas, (-) - epicatequinas, (+) - galocatequina, (-) - epigalocatequinas y las proantocianidinas B - 1 y B - 4, (Cai *et al*, 1991).

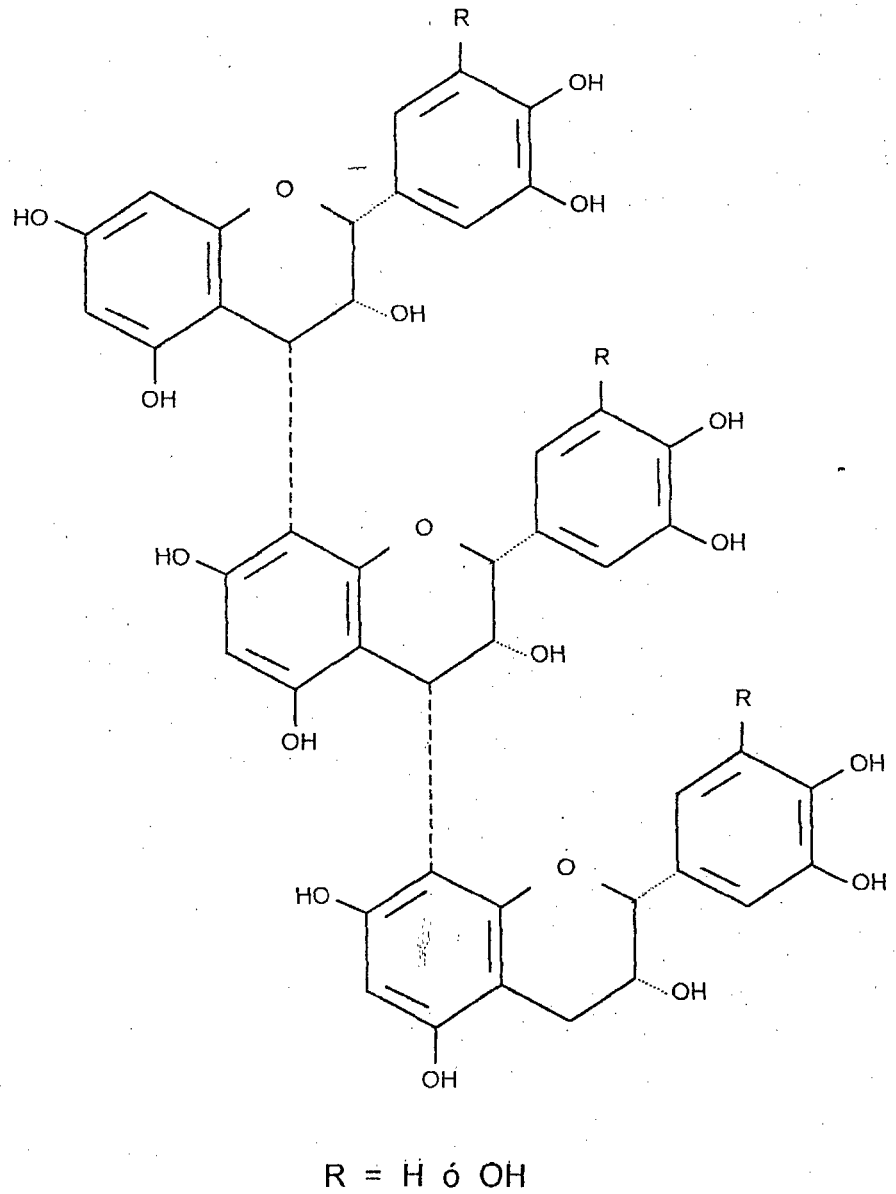


Figura 4. Proantocianidina oligomérica, SP-303.

Fuente: Cai *et al*, 1991.

d. Otros compuestos.

Estudios preliminares mostraron que el látex de sangre de grado presenta las siguientes características: No es hidrosoluble, pero soluble en metanol, su pH promedio es de 4.4, su gravedad específica es de 1.12, su viscosidad de 330 y presenta un promedio de 29.64% de materia seca; Además contiene taninos con un 54% en materia seca, azúcares con un 4% en materia seca, estableciendo la presencia de lactosa, galactosa y ramnosa y compuestos fenólicos como el ácido gálico y saponinas en concentraciones bajas.

Además se encontraron agentes tumorales como: Tropano, Indol aporfina, quinoleína, piridona, antraquinonas, triterpenoides, ácidos grasos insaturados y epoxiácidos grasos, (Meza, 1999) y (Rengifo y Cerruti, 1997).

6. Actividades biológicas.

Meza (1999), menciona que el látex de sangre de grado presenta una serie de metabolitos secundarios con propiedades biológicas importantes como:

- Actividad anti-inflamatoria.
- Actividad cicatrizante.
- Citotoxicidad.
- Estimulación del crecimiento celular.

- Actividad antimicrobiales y antivirales.
- Actividad antioxidante.

Entre las patologías tratadas en medicina general se hallan: Inflamaciones dérmicas y vías respiratorias, reumatismo, úlceras gastrointestinales, anemia, enfermedades degenerativas y diversas tumoraciones, procesos virales, entre otros, (Estrella, 1995).

B. INFORMACIÓN GENERAL SOBRE ANTIOXIDANTES.

1. Radicales libres.

Los radicales libres son átomos o moléculas que contienen uno o más electrones desapareados; son químicamente inestables, altamente reactivos y pueden causar severas lesiones a los tejidos vivos. El daño que los radicales libres pueden causar a los sistemas biológicos deriva de su habilidad para generar perturbadoras reacciones químicas en cadena, en su intento por recobrar la estabilidad de los electrones, (Reilly y Bulkley, 1990).

2. Formación de los radicales libres.

Los sistemas biológicos producen radicales libres mediante diversas reacciones, procesos oxidativos normales dentro de las células. Fuentes exógenas incluyen a los efectos de la radiación ionizante sobre las moléculas orgánicas y a la degradación térmica de la materia orgánica (como la combustión del tabaco). La energía proveniente de estas fuentes puede romper uniones químicas para formar radicales.

Los radicales también pueden producirse por reacciones redox (reducción – oxidación) que incluyen la transferencia de un electrón catalizado por medio de varios iones metálicos o por enzimas, (Diplock, 1991).

3. Radicales libres de importancia biológica.

Una gran variedad de procesos metabólicos derivan de la producción de radicales libres y compuestos reactivos de oxígeno, (Reilly y Bulkley, 1990). En el siguiente cuadro, se muestran los radicales libres de importancia biológica.

Cuadro 1. Radicales libres de importancia biológica.

Fórmula	Radical
O_2^-	Anión radical superóxido
OH	Radical hidroxilo
ROO^-	Radical peroxilo
$^1\text{O}_2$	Oxígeno singlete*
H_2O_2	Peróxido de hidrógeno*

Fuente: Reilly y Bulkley, 1990.

*Considerados radicales libres por su alta reactividad química.

4. Antioxidante.

Antioxidante es aquel compuesto que inhibe las reacciones de oxidación sin importar el mecanismo de acción, (Badui, 1998). Los compuestos antioxidantes, defienden a las células anulando la actividad de los radicales libres y metabolitos reactivos del oxígeno producidos ya sea internamente o bien externamente a partir de la contaminación del medio ambiente o de los precursores alimenticios, (Singh y Gaby, 1991).

Katz et al (2000), menciona que los antioxidantes protegen y reducen la formación de radicales libres y oxígeno reactivo por la descomposición de Peróxido de hidrógeno sin la generación de radicales, está dada por la inhibición activa del oxígeno libre por atrapar e inhibir los radicales antes de que ellos lleguen a la célula del destino.

5. Actividad de los antioxidantes.

La actividad neutralizante que ejercen los antioxidantes sobre los radicales libres depende de su capacidad de absorber la energía de los radicales libres sin desencadenar efectos nocivos para los tejidos circundantes. Los seres humanos al igual que los organismos superiores poseen una serie de mecanismos de defensa que permiten neutralizar la energía de los radicales libres. Los procesos normales de defensa de los antioxidantes, se vuelven importante en aquellos individuos con mayor riesgo de contraer enfermedades inducidas por

radicales libres, (Singh y Gaby, 1991), en el siguiente cuadro, se muestran los principales antioxidantes.

Cuadro 2. Principales defensas de los antioxidantes.

Enzimáticas	No enzimáticas
Catalasa.	Beta caroteno.
Glutación-peroxidasa.	Vitamina E.
Superóxidos-dismutasas.	Vitamina A.
Enzimas secundarias.	Oligielementos.
	Glutación.
	Uratos.
	Proteínas plasmáticas.
	Flavonoides.
	Sustancias sintéticas.
	Ubiquinoles.

Fuente: (Singh y Gaby, 1991).

6. Principales antioxidantes.

Entre los principales antioxidantes se encuentran los siguientes compuestos que a continuación describiremos:

a. Beta caroteno.

El beta caroteno es un miembro de la familia de los carotenoides, compuestos que son sintetizados en la naturaleza solamente por los vegetales, (Foote, 1976).

Es la provitamina más potente que rinde dos equivalentes de vitamina A, (Fenema, 1993). Existen evidencias contundentes que sugieren que el beta caroteno activa la función inmunológica, independientemente de cualquier actividad vitamínica, posiblemente en base a su capacidad para neutralizar a los radicales libres y en especial al oxígeno singlete, (Bendich, 1991).

b. Vitamina E.

Debido a su estructura química actúa como antioxidante celular y reduce los niveles de peróxido provenientes de la oxidación de los ácidos grasos insaturados linoleico y linolénico, protege los eritrocitos de la hemólisis y mantiene la actividad testicular, (Belitz, 1988).

La vitamina E (alfa tocoferol) impide la oxidación química y por consiguiente la modificación tóxica de numerosos constituyentes celulares esenciales. Siendo la principal vitamina antioxidante liposoluble transportada por la sangre. La vitamina E se encuentra localizada principalmente en la membrana celular y en las lipoproteínas del plasma. Además actúa en sinergia con el beta caroteno impidiendo la oxidación, (Singh y Gaby, 1991).

c. Vitamina C.

La vitamina C (ácido ascórbico) es uno de los más poderosos agentes reductores conocidos en los tejidos humanos. Es el principal antioxidante hidrosoluble, ejerce sus efectos benéficos fundamentalmente en los compartimentos acuosos de las células, (Diplock, 1991). La mayor concentración se halla en las suprarrenales y la hipófisis, (Belitz, 1988).

d. Oligoelementos.

Los oligoelementos son cuerpos simples (metales y metaloides) que se encuentran en proporciones pequeñas en el organismo y que son indispensables para el normal crecimiento, desarrollo, ciclo reproductivo y funcionamiento del cuerpo humano.

Los oligoelementos pertenecen al grupo de defensa de antioxidantes no enzimáticos, pero su actividad es además facilitar la producción de enzimas antioxidantes, (Singh y Gaby, 1991).

C. IMPORTANCIA DE LOS MINERALES EN LAS PLANTAS.

Los minerales se han clasificado funcionalmente en dos grupos: Los que participan en la estructura de un compuesto importante y los que tienen una función activadora de enzimas. No hay una función clara entre estas funciones ya que varios elementos forman parte estructural de enzimas esenciales y ayudan a catalizar la reacción química en la que participa la

enzima, (Salisbury, 1994). Entre ellas podemos mencionar a los siguientes:

1. Nitrógeno.

El nitrógeno tiene un lugar especial en la nutrición no sólo debido a su elevado requerimiento por las plantas sino porque está casi completamente ausente de la roca madre de la cual se forman los suelos, (Bidwell, 1979).

Es de importancia en las plantas por que forma del 16 al 18% de las proteínas, siendo el elemento principal del protoplasma, ácidos nucleicos y muchas otras sustancias importantes; su absorción lo realiza la planta a través del suelo en forma de NO_3^- ó NH_4^+ , (Fassbender, 1975) y (Lachica, 1985).

2. Calcio.

Este elemento abunda en la mayoría de los suelos y las plantas raramente muestran deficiencias en condiciones naturales; el calcio controla la absorción del agua por los coloides celulares, reduce la respiración en las plantas, interviene en la traslocación de los carbohidratos y azúcares hacia los órganos de reserva, es un componente de las deshidrogenasas, se piensa que pueden tener interrelación con la formación de reguladores del crecimiento, se dice que este elemento contribuye a neutralizar la acidez excesiva que puede originarse en la intimidad celular, (Bidwell, 1979). Su absorción por la planta es vía radicular en forma de Ca^{++} , (Lachica, 1985).

3. Magnesio.

Es un nutriente esencial en los vegetales. Esto lo comprueba el hecho de ser uno de los constituyentes de la clorofila, protoclorofila, pectina y fitina, además mejora la movilidad y utilización del fósforo y del hierro, es un componente y cofactor de muchas enzimas, (Jacob, 1973). Es absorbida vía radicular en forma de Mg^{++} , (Lachica, 1985).

4. Sodio.

Se ha descubierto su utilidad en el crecimiento de muchas plantas, particularmente las halófilas, parecen requerir este elemento para una glucólisis eficiente, además bajo condiciones de deficiencia potásica el sodio puede asumir ciertas funciones químico- coloidales del potasio, (Bidwell, 1979) y (Jacob, 1973).

5. Potasio.

El potasio juega un papel esencial en el mantenimiento de la presión osmótica celular y de los vasos conductores, favoreciendo la absorción del agua por la raíz, también interviene en la activación de numerosos sistemas enzimáticos, promueve la actividad fotosintética, contribuye a la formación de antocianinas, (Rojas, 1985). Su absorción por la planta es a través de la raíz en forma de K^+ , (Lachica, 1985).

6. Cobre.

Este elemento lo requieren también las plantas para sus procesos de oxidación y reducción. Actúa como componente de las fenolasas, de la

lacasa y de la oxidasa del ácido ascórbico, y su papel como parte integrante de estas enzimas representa probablemente la función más importante en las plantas, se han podido identificar diversas proteínas que contienen cobre, las cuales poseen un carácter enzimático, (Devlin, 1976) y (Jacob, 1973).

7. Hierro.

Se requiere más hierro que ningún otro micronutriente, el rol principal es su participación en procesos de óxido reducción, especialmente en mitocondrias y cloroplastos, forma el núcleo del citocromo, promueve la formación de la clorofila, forma parte de enzimas que intervienen en el sistema respiratorio, (Fassbender, 1975) y (Rojas, 1985). Este elemento es asimilado por la planta como Fe^{2+} o como quelatos, (Lachica, 1985).

8. Zinc.

El zinc actúa principalmente como componente metálico de una serie de enzimas, siendo la más importante la anhidrasa carbónica y algunas deshidrogenasas, también parece estar implicado en la síntesis de proteínas, así como en la formación de semillas y granos, (Bidwell, 1979) y (Lachica, 1985).

9. Manganeso.

El manganeso demuestra ser esencial para algunas reacciones del metabolismo de la planta, es también un elemento imprescindible en la

formación de la clorofila, en la reducción de nitratos y en la respiración, (Jacob, 1973). Este elemento se presenta en diversas formas en el suelo, el ión manganeso reducido Mn^{2+} es la forma en que generalmente se absorbe, (Bidwell, 1979).

D. ASPECTOS GENERALES SOBRE ECOLOGÍA.

1. Definición.

Ecología es la ciencia que estudia los sistemas ecológicos con el fin de que conociendo su funcionamiento, se evite su degradación, se posibilite su restauración o se asegure su equilibrio en el marco de un aprovechamiento compatible con el desarrollo integral del hombre actual y de las generaciones futuras, (Romanyk, 1990). Está relacionada en primer lugar con las interacciones entre cinco de los niveles de organización de la materia: organismos, poblaciones, comunidades, ecosistema y la ecosfera, (Tyler, 1994).

2. El ambiente con relación a las plantas.

Todos los fenómenos fisiológicos de las plantas dependen directa o indirectamente de los factores ambientales; Los factores ecológicos pueden clasificarse generalmente en directos e indirectos: Entre los factores directos se consideran: Temperatura, luz, agua, suelo y factores bióticos; mientras que en los de acción indirecta se pueden citar: Precipitación pluvial, altitud, latitud y topografía, (Tisdale, 1991).

Es necesario destacar que los bosques y árboles desempeñan una función básica en distintos sistemas de producción del suelo y del agua para su utilización con fines agrícolas, proporcionan alimentos varios, como frutas, raíces y hongos que aumentan la ingesta alimentaria; aportan forraje nutritivo durante las estaciones secas y desempeñan una importante función ecológica, en cuanto dan agua, mejoran el microclima, reducen los efectos de los vientos, evitan la sequía y controlan la erosión del suelo, (Moscoso, 1991).

Además los bosques y los árboles proporcionan combustible a partir de la leña, aportan una fuente de medicina y favorecen la biodiversidad, son hábitat para la población y la fauna silvestre, y sobre todo facilitan ingresos y empleo a las familias campesinas, lo cual puede constituir también la única actividad lucrativa disponible para las personas que no poseen tierras o de escasos recursos, (Odum, 1996).

3. Factores que influyen en el tipo y desarrollo de la vegetación.

a. Factores fisiográficos.

Los factores fisiográficos dentro de las grandes regiones climáticas tienen su efecto sobre el clima local y el suelo, y como consecuencia determinará el desarrollo de una serie de asociaciones vegetales cada una de las cuales tiene una distinta fisonomía que determina un tipo de bosque (bosque aluvial, transicional, de colina alta, baja, aguajal) y en general las

asociaciones topográficas son definidos por efectos fisiográficos, (Daubenmire, 1990).

Entre los factores fisiográficos tenemos:

i. Altitud.

Para Daubenmire (1990), las regiones climáticas sufren modificaciones por altitud, estos efectos son mayores en las partes altas que en las bajas. Por ello podemos manifestar lo siguiente:

- La radiación solar es más intensa en las partes altas que en las bajas.
- La temperatura del suelo disminuye con el aumento de la altitud.
- La atmósfera es menos densa en las altas elevaciones.

En la acción indirecta de la altitud sobre los árboles, tenemos.

- Crecimiento de altura de los árboles es menor, los tallos toman forma más cónicas y no cilíndricas, debido a la poca altura.
- El periodo de desarrollo se prolonga, es decir, los árboles necesitan más años para llegar a su madurez en áreas de altura.

- La calidad de la madera es baja y sus usos limitados para leña, carbón, etc.

ii. Pendiente.

Daubenmire (1990), indica que la pendiente o gradiente puede ser definido como el ángulo formado entre la superficie del suelo y la horizontal. Su influencia radica en lo siguiente:

- Insolación sobre el suelo, determina la temperatura y humedad del suelo.
- Influencia de la luz, viento y la nieve.
- La profundidad y contenido del agua del suelo está directamente relacionados con la gradiente (suelos menos profundos y gradientes mayores, árboles delgados y en mayor número, poco gruesos).
- Frecuentemente los suelos con poca pendiente no tienen buen drenaje y tiene la tendencia a formarse de humus no descompuesto.

Las pendientes se pueden agrupar de acuerdo a los grados de gradiente en: suaves, medias, excesivas, muy excesivas y escarpadas.

iii. Exposición.

Daubenmire (1990), indica que la exposición de un sitio determinado está dado de acuerdo a la orientación de la

superficie del suelo. Es la dirección de la gradiente del terreno. La exposición de una gradiente determina la cantidad de luz solar recibida por un sitio; esto, a su vez, modifica el contenido de humedad y la temperatura del suelo y del aire.

b. Factores edáficos.

La composición florística de las formaciones, o sea el tipo de vegetación o el tipo de bosque está influenciado en su carácter específico por otro grupo de factores que son los edáficos, entre los que se encuentra el suelo, que tienen mayor influencia en la impresión de carácter del tipo de bosque dentro de una formación climática. (Daubenmire, 1990).

Dentro de una región climática determinada, el crecimiento de la vegetación variará dependiendo de las condiciones del suelo, la topografía y los factores del suelo, por lo tanto son útiles para establecer diferencias particulares entre asociaciones vegetales, (Rios, 1989).

c. Factores bióticos.

Daubenmire (1990), manifiesta que los factores bióticos adquieren importancia ya que los insectos y animales afectan los bosques de varias maneras. Todas estas influencias de los organismos vivos sobre el bosque son consideradas como factores bióticos y se puede ordenar como sigue.

- Relación del espacio de crecimiento expresado como competencia.
- Interrelación entre planta.
- Interrelación entre plantas y animales, particularmente el efecto de los animales.
- Interferencia por el hombre.

d. Factores ambientales.

Spurr y Burton (1982), manifiestan que la temperatura media anual de un lugar es una función de la altitud y latitud; Este elemento meteorológico, que es uno de los más empleados para definir los requerimientos térmicos de los cultivos, no expresa otras características de las manifestaciones térmicas, como las condiciones externas de la temperatura y las oscilaciones de ésta en el tiempo, características que constituyen factores importantes para el desarrollo de las plantas.

e. La precipitación.

Daubenmire (1990) y Hair (1987), manifiestan que cuando el aire está completamente saturado de humedad (contiene la máxima cantidad de vapor de agua) y se produce un pequeño enfriamiento, provoca la precipitación, en el trópico la forma más común es la lluvia.

Este fenómeno natural es fundamental para la clasificación de la vegetación en latitudes grandes y dispersas, y la falta o abundancia de esta ejerce gran influencia en la fisonomía de la vegetación del mundo.

f. Humedad relativa.

Daubenmire (1990) y Hair (1987), mencionan que la humedad relativa es el porcentaje de vapor de agua que existe en el aire comparado con el total que podría haber a la misma temperatura.

La humedad relativa define una variabilidad de regiones geográficas en el trópico, tales como los bosques lluviosos que se caracterizan con valores de humedad relativa de 80 a 100%, las secas con 50% y las áridas con menos de 20%.

Hair (1987), menciona que la humedad atmosférica es un factor que define la vegetación, la temperatura como factor puede definir las diferentes fajas o pisos ecológicos: tropical, subtropical, montano, montano bajo, alpino, nival, etc; Pero este factor no es suficiente para determinar el tipo de formación ecológica de una región, por que se debe considerar la humedad dada por la precipitación, que define la fisonomía de las regiones del mundo, desde las humedades hasta las áridas y desérticas.

III. MATERIALES Y METODOS.

A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo se realizó en los Laboratorios de: Espectrofotometría, Nutrición animal, Química y Suelos, de la Universidad Nacional Agraria de la selva, que se encuentra ubicada en la Ciudad de Tingo María, Distrito de Rupa Rupa, Provincia de Leoncio Prado, Departamento Huánuco, Región Andrés Avelino Cáceres, situada a 660 m.s.n.m, con una humedad relativa promedio anual de 84% y temperatura promedio anual de 24 °C.

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de Julio a Diciembre del 2000.

B. RECOLECCIÓN DE MATERIA PRIMA.

Las muestras del látex de sangre de grado, fueron colectados de tres pisos ecológicos, cuyas condiciones climáticas se describen a continuación:

1. Aserradero.

Está situado a 650 m.s.n.m. con una humedad relativa promedio de 84% y una temperatura promedio anual de 24°C; Las precipitaciones pluviales pasan de 3000 mm y casi no hay un solo mes al año sin lluvias; Es una unidad fisiográfica de Terraza alta (Ta).

2. Pumahuasi.

Está situado a 800 m.s.n.m. con una humedad relativa promedio de 84%, con temperaturas medias entre 22 y 25°C, la precipitación promedio anual es de 3200 a 3800 mm, con épocas marcadas comprendida entre noviembre y mayo de abundantes lluvias; Es una unidad fisiográfica de Colina baja (Cb).

3. Divisoria.

Está situada a 1600 m.s.n.m., con una humedad relativa media anual entre 85 a 99%, presenta una temperatura media anual de 20°C, la precipitación promedio anual es de 3200 a 3800 mm, con una época lluviosa entre los meses de octubre y abril; Es una unidad fisiográfica de Montaña alta (MA).

Se colectaron seis muestras por piso ecológico, las muestras fueron extraídas en horas de la mañana (entre 6:00 A.M. a 8:30 A.M.), sin derribar el árbol, mediante el corte en espiral, método recomendado por, (Rengifo y Cerruti, 1997).

Las muestras fueron colectados en envases de plástico, con un contenido de 50 ml aproximadamente cada uno, luego transportados herméticamente cerrados hasta llegar al laboratorio para sus respectivos procedimientos de análisis.

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.

1. Equipos de laboratorio.

- Balanza analítica eléctrica, sensibilidad 0.0001 g. EE.UU. Marca sortorius.
- Equipo de filtración a vacío.
- Equipo de reflujo para determinación de fibra.
- Equipo de titulación.
- Equipo digestor de proteína
- Equipo extractor soxhlet.
- Espectrofotómetro de absorción atómica. Modelo video 12. U.S.A.
- Espectrofotómetro de luz visible. Modelo 20D (Milton Roy Company, New York. USA).
- Estufa tipo LP 201/AL con temperatura máxima 200 °C.
- Mufla. Marca Esztewrgon, temperatura regulable de 0 a 1200 °C.

2. Materiales de laboratorio.

- Balones de vidrio, capacidad. 100, 500 y 1000 ml.
- Buretas, fioles, pipetas y goteros.
- Campana de desecación.
- Crisoles de porcelana, tubos de ensayo y espátulas.

- Fiolas, capacidad. 25, 50, 500 y 1000 ml.
- Micropipetas, capacidad. 5 – 50, 50 – 200 y 200 – 1000 μ L.
- Pesa filtros y pinzas metálicas.
- Probetas, capacidad. 50, 100 y 500 ml.
- Vasos de precipitación, capacidad. 50, 100, 250, 500 y 1000 ml.

3. Reactivos y soluciones.

- Acido bórico al 2%.
- Acido clorhídrico al 10% y 50%.
- Acido sulfúrico al 1.25% y 98%.
- Bicarbonato de sodio al 0.5 M.
- Etanol absoluto al 95%.
- Hexano.
- Hidróxido de sodio al 1.25% y 40%.
- Indicador mixto: anaranjado de metilo más azul de metileno.
- Indicador de fenolftaleína al 1%.
- Mezclas catalíticas (Sulfato de cobre + Sulfato de potasio).
- Oxido de lantano al 0.1N.
- Solución patrón de minerales (Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Cobre, Hierro, Zinc, Manganeso).

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

1. Análisis químico proximal.

a. Humedad.

Se determinó en una estufa a presión atmosférica, a 70 °C por 24 horas, método recomendado por la AOAC. (1997). 23,003.

b. Grasa.

Se determinó por medio de un equipo tipo soxhlet, cuya extracción se procede con el exceso de un disolvente (Hexano), recién condensado frente a la muestra seca, método recomendado por la AOAC. (1971). 935,60.

c. Cenizas totales.

Se utilizó el método de calcinación directa recomendado por la AOAC. (1971). 942.50. Se fundamenta en la oxidación de la materia orgánica a ceniza sometiéndola a una ignición a temperatura de 550 a 600 °C.

d. Proteína.

Se utilizó el método semi microkjeldahal, que consiste en la determinación del nitrógeno total el cuál es multiplicado por el factor 6.25, método recomendado por la AOAC. (1991). 991,29.

e. Fibra.

Se determinó por el método de la AOAC. (1991). 930,20. Que consiste en la separación de muestra insoluble tratado con ácido.

f. Carbohidratos.

Se determinó por diferencia de los demás componentes (Hart y Fisher, 1991).

2. Análisis de minerales.

a. Determinación de calcio y magnesio.

El método seguido fue por espectrofotometría de absorción atómica recomendado por la AOAC. (1994). 991,25.

i. Preparación de la curva patrón.

Para la curva estándar de calcio y magnesio, se utilizaron soluciones stock de 1000 ppm; a partir de esta se prepararon soluciones de 0,1 ; 0,2 y 0,3 ppm para calcio y 0,1 ; 0,2 y 0,4 ppm para magnesio ; todas las soluciones fueron preparados con óxido de lantano al 0,1 N.

Los parámetros considerados en el equipo para las lecturas de calcio y magnesio se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 3. Parámetros para las lecturas de calcio y magnesio.

Parámetros	Calcio	Magnesio
Longitud de onda	422,8 nm	285,2 nm
Fuente de luz	Cátodo Ca	Cátodo Mg
Energía	7 MA	3 MA
Slit o abertura	320 um	320 um
Sensibilidad	0,05 µg/ml	0,003 µg/ml
Llama	Aire – acetileno	Aire – acetileno
Interferencia	PO ₄ ³⁻	Aluminio

Fuente: Catalogo del equipo.

ii. Preparación de las muestras (Solución madre para Ca y Mg).

Las muestras llegadas al laboratorio fueron tratados de la siguiente manera:

Se pesó 3 ml aproximadamente del látex de sangre de grado, en crisoles previamente tratados en solución de HCl al 10% por un tiempo de 16 horas, lavados con agua desionizado, secados, codificados y pesados. Luego se llevaron a la estufa a 70 °C durante 24 horas hasta que alcancen un peso constante. Posteriormente se colocaron en una placa

calentadora para quemar la materia orgánica, seguidamente se llevaron a una mufla por 16 horas a 550°C para la calcinación respectiva, una vez obtenido la ceniza se procedió a la solubilización en una placa calentadora agregando 5 ml de HCl al 50% dejando evaporar hasta la mitad del volumen inicial, luego se agregó HCl al 10% hasta un volumen equivalente a los dos tercios de la capacidad del crisol, dejando evaporar hasta que alcance las tres cuartas partes del volumen, luego se agregó óxido de lantano al 0,1N aproximadamente dos tercios del volumen del crisol, se filtró con papel Wathman N° 42 en pequeños vasos de precipitación, se enjuagó bien cada crisol e inmediatamente se enrasó a 25 ml.

iii. Lectura de muestras.

Las muestras se prepararon a partir de la solución madre; y fueron diluidos con oxido de lantano al 0,1 N en una relación de 1 : 200 .

b. Determinación de Sodio, Potasio, Hierro, Cobre, Zinc y Manganeso.

El método seguido para la determinación de estos elementos fue por espectrofotometría de absorción atómica recomendado por la AOAC (1994), los códigos del método de cada elemento se

describe a continuación: Sodio 976,35; Potasio 986,15; Hierro 990,05; Cobre 960,40; Zinc 969,39 y Manganeseo 930,34.

i. Preparación de la curva patrón.

Para la curva estándar de cada elemento se utilizaron soluciones stock de 1000 ppm, a partir de estas se realizaron las soluciones estándares tal como se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Solución estándar para el Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn.

Estándar	Na (ppm)	K (ppm)	Cu (ppm)	Fe (ppm)	Zn (ppm)	Mn (ppm)
S1	0,2	0,5	1,0	1,0	0,2	0,5
S2	0,5	1,0	2,0	2,0	0,5	1,0
S3	1,0	2,0	4,0	5,0	1,0	3,0

Fuente: Catalogo del equipo.

Luego se realizó las lecturas de las concentraciones para establecer la curva patrón.

Los parámetros considerados en el equipo para las lecturas de estos elementos se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 5. Parámetros para las lecturas de Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn.

Parámetros	Na	K	Cu	Fe	Zn	Mn
Longitud de onda (nm)	589	766,5	324,7	248,3	213,9	279,5
Fuente de luz (cátodo)	Na	K	Cu	Fe	Zn	Mn
Energía (MA)	8	7	5	8	3	5
Slit o abertura (um)	160	320	320	80	320	160
Sensibilidad (µg/ml)	0,001	0,01	0,03	0,04	0,008	0,02
Llama	A - Ac	A - Ac	A - Ac	A - Ac	A - Ac	A - Ac
Interferencia	Nitrato	*	Ninguno	Ninguno	*	Fe y Ni

Fuente: Catalogo del equipo.

* No especifica.

ii. Preparación de la muestra.

Las muestras para el análisis de Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn fueron preparados de manera similar que para el calcio y magnesio, siendo la única diferencia que para estos minerales se enrasó con agua desionizado.

iii. Lectura de muestras.

Para el Cu, Fe, Zn y Mn no se hicieron diluciones, para el Na y K se prepararon diluciones en una relación de 1 : 10.

3. Evaluación de la capacidad antioxidativa.

El método utilizado es el DPPH (1,1-diphenyl -2- picrilhydrazyl), por espectrofotometría de luz visible. (Longitud de onda a 515 nm)

Este método consiste en el secuestro del radical libre DPPH in vitro, haciendo reaccionar soluciones del látex de sangre de grado con la solución standard de DPPH (100 μ M). Registrando la absorbancia cada minuto. La absorbancia de la solución standard fueron registradas por 15 minutos con el fin de evaluar su estabilidad.

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

1. Análisis químico proximal.

Para la determinación de los componentes de humedad, grasa, ceniza, proteína, fibra y carbohidratos se planteó el diagrama experimental mostrado en la figura 5, el látex analizado procedió de tres pisos ecológicos, seis muestras por piso ecológico, tres de árboles de cuatro a seis años y tres de árboles mayores de seis años.

Los resultados de los análisis determinados fueron evaluados aplicando el diseño estadístico completo al azar con arreglo factorial

de 3*2, con 3 repeticiones, para los niveles donde existió significancia estadística se evaluó mediante la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

2. Análisis de minerales.

Para la determinación del contenido de calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre, hierro, zinc y manganeso se trabajó siguiendo el diagrama experimental mostrado en la figura 5. El diseño estadístico utilizado fue el mismo que para el análisis químico proximal.

3. Evaluación de la capacidad antioxidativa.

Para la evaluación de la capacidad antioxidativa se trabajó siguiendo el diagrama experimental mostrado en la figura 5, El diseño estadístico utilizado fue el mismo que para el análisis químico proximal, para ello se realizaron las siguientes evaluaciones:

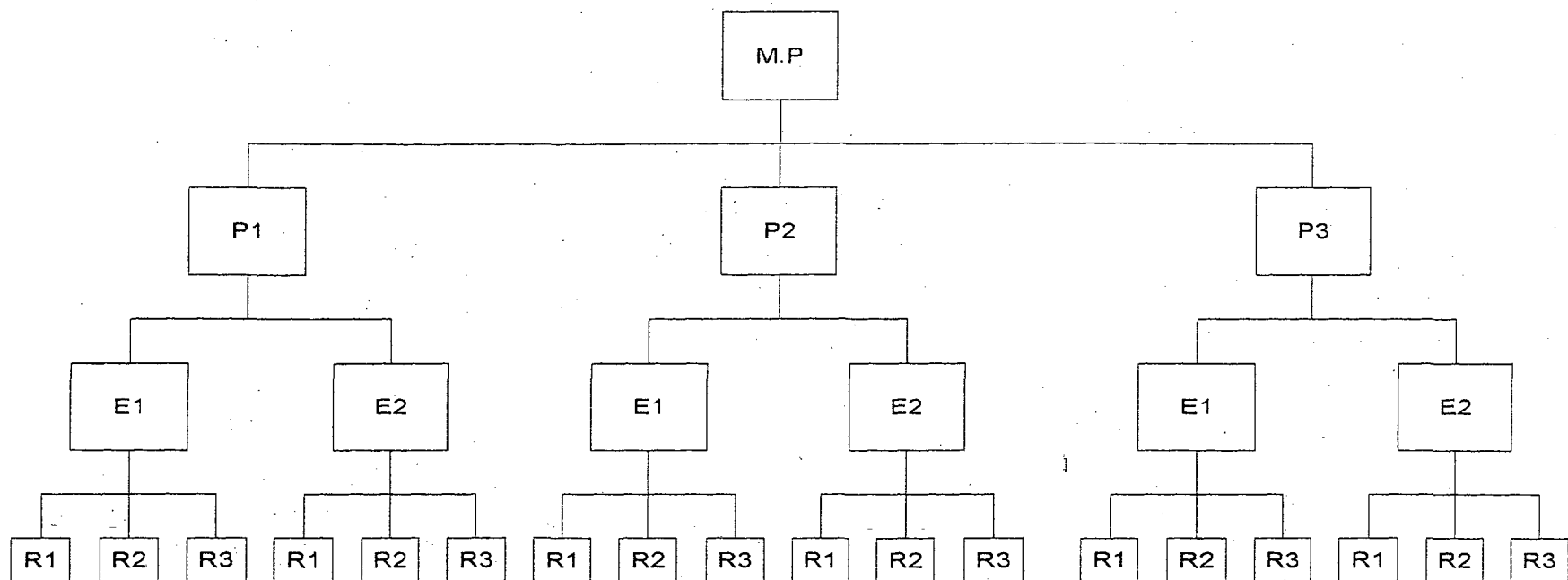
a. Determinación del porcentaje de inhibición del radical libre, DPPH.

En esta etapa se determinó para cada muestra a concentraciones de 30, 20, 10 y 5 $\mu\text{g/ml}$ los porcentajes de inhibición.

La determinación del porcentaje de inhibición se hicieron en base a los datos provenientes del espectrofotómetro (Anexo XVI).

b. Determinación del Coeficiente de inhibición (IC_{50}).

Mediante el gráfico concentración versus porcentajes de inhibición, se obtuvieron las curvas de ajuste mediante el cual se estimaron los IC_{50} .



Leyenda:

M.P : Materia Prima (Látex).

P1, P2, P3 : Piso ecológico.

E1, E2 : Edades.

R1, R2, R3 : Repeticiones.

Figura 5. Diagrama experimental para el análisis químico proximal, minerales y evaluación de la capacidad antioxidativa del látex, de sangre de grado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. CARACTERIZACION QUIMICO PROXIMAL DEL LATEX DE SANGRE DE GRADO.

1. Contenido de humedad.

a. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico (Ta) a 650 m.s.n.m, (Cb) a 800 m.s.n.m y (MA) a 1600 m.s.n.m. y edades del árbol entre 4 a 6 y mayores de 6 años, se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 6. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Humedad (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	72,04 ± 0,7 ^a	67,64 ± 0,5 ^a
Cb	800	71,10 ± 1,1 ^a	68,39 ± 0,3 ^a
MA	1600	72,04 ± 0,7 ^a	67,64 ± 0,5 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo I), para los árboles de 4 a 6 años y mayores de 6 años en los pisos ecológicos, no se encontró diferencia estadística significativa.

Meza (1999), reporta que el látex de sangre de grado tiene un contenido de humedad de 70.36%, comparado con nuestro resultado (67.64% min. y 72.04% max.) se observó pequeñas diferencias numéricas, a estas variaciones se atribuye el lugar de colección, donde las interacciones clima, suelo y planta son diferentes, tal como lo reporta Tyler (1994).

b. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por edad del árbol.

En el siguiente cuadro, se muestran los resultados del contenido de humedad del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Cuadro 7. Contenido de humedad del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Humedad (%)
4 – 6	71,73 ± 0,5 ^a
> 6	67,89 ± 0,3 ^b

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por 18 veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo I), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan, se observó que los árboles de 4 a 6 años presentaron un mayor promedio (71,73%) que los árboles mayores de 6 años (67,89%), siendo estadísticamente diferentes ($P > 0,05$). Al respecto Winter (1981), menciona que las plantas jóvenes tienen un sistema de sostén principalmente de células turgentes con paredes delgadas; Además Romanyk (1990) menciona que al aumentar la edad la espesura de la masa forestal disminuye así como la presión de turgencia de las células debido a que existe una mayor pérdida de agua por transpiración.

2. Contenido de proteína.

a. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el cuadro 8.

Realizado el análisis de varianza (Anexo II), se encontró diferencia estadística altamente significativa por piso ecológico y edad del árbol, se observó que entre los dos grupos de árboles analizados el piso ecológico (MA) presentó el mayor promedio (1,33% y 2,25%).

Cuadro 8. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Proteína (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	1,29 ± 0,1 ^a	1,38 ± 0,0 ^b
Cb	800	1,32 ± 0,1 ^a	1,51 ± 0,1 ^b
MA	1600	1,33 ± 0,0 ^a	2,25 ± 0,0 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Probablemente la diferencia con respecto a los demás pueda deberse a que las plantas tengan diferentes sistemas de raíces para anclarse al suelo y suministrar agua y nutrientes del mismo en áreas con condiciones climáticas diferentes, tal como lo reporta Tyler (1994).

b. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico.

El contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Contenido de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Proteína (%)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	1,34 ± 0,0 ^b
Cb	800	1,43 ± 0,1 ^b
MA	1600	1,79 ± 0,2 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo II), se encontró diferencia estadística significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (MA) presentó el mayor promedio (1,79%) y fue estadísticamente diferente a los otros dos (P<0,05).

Rojas (1985), menciona que el origen del nitrógeno parte constitutiva de las proteínas es la materia orgánica, por lo que un suelo con bajo contenido de materia orgánica se puede explicar en parte el mal crecimiento y desarrollo de una planta. Los tres pisos ecológicos (Ta), (Cb) y (MA) presentan suelos con un contenido medio de materia orgánica (Anexo XVII), en este último la materia orgánica se mantendrá debido a las condiciones climáticas, además el factor de mineralización es menor de 2 %.

c. **Contenido de proteína del látex de sangre de grado por edad del árbol.**

El contenido de proteína del látex de sangre de grado por edad del árbol se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Contenido de proteína del látex de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Proteína (%)
4 – 6	1,31 ± 0,0 ^b
> 6	1,72 ± 0,1 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por 18 veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo II), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que los árboles mayores de 6 años presentaron mayor promedio (1,72%), que los árboles de 4 a 6 años (1,31%) siendo estadísticas diferentes (P<0,05). Esto indica un aumento en velocidad respiratoria por unidad de citoplasma a medida que las células van madurando y envejeciendo; coincidiendo con Lira (1994), quien reporta que la intensidad respiratoria cuando es expresado en unidades de nitrógeno proteínico, aumenta con la edad.

3. Contenido de grasa.

a. Contenido de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Contenido de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso ecológico		Grasa (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	2,12 ± 0,2 ^a	2,26 ± 0,1 ^a
Cb	800	2,02 ± 0,8 ^a	2,22 ± 0,3 ^a
MA	1600	1,89 ± 0,2 ^a	2,14 ± 0,0 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (anexo III), para los árboles de 4 a 6 años y mayores de 6 años en los pisos ecológicos, no se encontró diferencia estadística significativa. Se observó que en los dos grupos de árboles en el piso ecológico (MA). presentaron el menor promedio (1,89% y 2,14%), posiblemente la temperatura sea un factor para tal diferencia. Odum (1996), menciona que en

lugares altos con respecto al nivel del mar la temperatura es menor. Al respecto Salisbury (1994), indica que el tipo de ácido graso que se encuentra en las membranas y grasas de reserva de los vegetales varían un poco con el ambiente en que estos crecen. Además dice que a temperaturas bajas los ácidos grasos están más insaturados que a temperaturas elevadas, reduciendo los puntos de fusión de los ácidos grasos haciendo más fluida a las membranas y es la causa de que en los oleosomas se presenten aceites más que grasas sólida.

Por otro lado Badui (1994), menciona que los ácidos grasos saturados son menos sensibles a la oxidación que los ácidos grasos insaturados siendo almacenados con mayor facilidad.

4. Contenido de fibra.

a. Contenido de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el cuadro 12.

Realizado el análisis de varianza (Anexo IV), no se encontró diferencia estadística significativa por piso ecológico y edad del árbol. Rojas (1985), menciona que los alimentos del vegetal son de tres tipos: Hidratos de carbono, lípidos y proteínas.

Además Badui (1994), menciona que la fibra es un filamento que forma parte de un tejido animal o vegetal como celulosa, hemicelulosa o pectinas.

Cuadro 12. Contenido de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Fibra (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	< 6 (años)
Ta	650	0,12 ± 0,0 ^b	0,33 ± 0,0 ^a
Cb	800	0,28 ± 0,0 ^b	0,50 ± 0,0 ^a
MA	1600	0,53 ± 0,1 ^a	0,35 ± 0,1 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Es posible que los resultados obtenidos del contenido de fibra sean de algunas partículas fibrosas provenientes de la corteza del árbol que se mezclaron al coleccionar la muestra, método recomendado por Rengifo y Cerruti (1997), que consiste en realizar cortes en forma de espiral, sobre el fuste.

5. Contenido de ceniza.

a. Contenido de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 13. Contenido de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Ceniza (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	0,13 ± 0,0 ^b	0,17 ± 0,0 ^a
Cb	800	0,22 ± 0,0 ^a	0,13 ± 0,0 ^a
MA	1600	0,20 ± 0,0 ^{ab}	0,17 ± 0,0 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Realizado el análisis de varianza (Anexo V), no se encontró diferencia estadística significativa. Si observamos el Cuadro 7, verificamos que existe un mayor porcentaje de humedad en árboles de 4 a 6 años y por diferencia un menor contenido de materia seca que los árboles mayores de 6 años, por lo que podríamos atribuir que en árboles de 4 a 6 años encontraremos un

menor porcentaje de ceniza. Al respecto Badui (1998), menciona que la composición de la ceniza no es necesariamente igual a la de los componentes minerales de la muestra original, ya que existen pérdidas por volatilización o cambios por interacción de los constituyentes.

6. Contenido de carbohidrato.

a. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Carbohidratos (%)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	24,29 ^b	28,21 ^a
Cb	800	25,06 ^a	27,23 ^b
MA	1600	24,00 ^b	27,45 ^a

Los valores representan promedios, los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Realizado el análisis de varianza (Anexo VI), se encontró diferencia estadística altamente significativa por edad del árbol. Los resultados muestran promedios de carbohidratos bastante altos, Al respecto Rojas (1985), menciona que de las sustancias elaboradas que se transportan en las plantas unas nueve décimas son hidratos de carbono, además Meza (1999), dice que los constituyentes principales de sangre de grado son las proantocianidinas pudiendo llegar hasta el 90% de su peso seco y estos compuestos, según Rojas (1985) son del grupo de los glucósidos (grupo de hidratos de carbono compuesto).

b. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por edad del árbol.

El contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por edad del árbol se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 15. Contenido de carbohidrato del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Carbohidratos (%)
4 – 6	24,45 ^b
> 6	27,63 ^a

Los valores representan (promedios \pm SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por 18 veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo VI), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que los árboles de 4 a 6 años presentaron un menor promedio (24,45%) que los árboles mayores de 6 años (27,63%), siendo estadísticamente diferentes ($P < 0,05$).

Posiblemente esta diferencia se deba a que en árboles de 4 a 6 años encontramos en el látex un mayor contenido de humedad tal como se observa en el Cuadro 7. Al respecto Molish (1985), dice que la producción de energía en la respiración está acompañada por una pérdida equivalente de material orgánico en los tejidos a pesar de que el peso fresco aumenta debido a la absorción de agua realmente se pierde materia seca.

7. Contenido químico proximal en promedio del látex de sangre de grado.

El contenido químico proximal en promedio del látex de sangre de grado se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 16. Contenido químico proximal en promedio del látex de sangre de grado.

Componentes	(%)
Humedad	69,81 ± 0,4
Proteína	1,52 ± 0,1
Grasa	2,11 ± 0,1
Fibra	0,35 ± 0,0
Ceniza	0,17 ± 0,0
Carbohidrato	26,04

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado 18 veces por triplicado.

B. DETERMINACION DE MINERALES DEL LATEX DE SANGRE DE GRADO.

1. Contenido de calcio.

a. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el cuadro 17.

Realizado el análisis de varianza (Anexo VII), se encontró diferencia estadística altamente significativa por piso ecológico y edad del árbol.

Cuadro17. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Calcio (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	563,10 ± 7,55 ^a	557,95 ± 10,07 ^a
Cb	800	547,44 ± 6,41 ^a	560,76 ± 2,62 ^a
MA	1600	505,77 ± 44,18 ^a	341,14 ± 22,38 ^b

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Los resultados muestran promedios de 0,34 a 0,56% aproximadamente, dichos promedios se encuentran dentro del rango para plantas en general que es de 0,04 a 7,0%, tal como lo reporta Lachica (1985).

Jacob (1973), menciona que de acuerdo a sus funciones, la mayor parte del calcio se encuentra en estado soluble ó bien formando compuestos poco estables con los coloides del plasma, es posible que parte de ello se encuentre en el látex tal como se reporta en nuestros resultados.

b. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

En el siguiente cuadro, se muestra el contenido de calcio del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 18. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Calcio (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	560,53 ± 6,05 ^a
Cb	800	554,10 ± 3,86 ^a
MA	1600	423,45 ± 34,26 ^b

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo VII), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (MA) presentó el menor promedio (423,45 mg/100g) siendo estadísticamente a los otros dos (P<0,05).

Esta diferencia se debe al factor suelo; se puede observar (Anexo XVII) que en el piso ecológico (MA) los suelos tienen menor

cantidad de calcio, además esta zona es más lluvioso comparado a los pisos ecológicos (Ta) y (Cb). Al respecto Rojas (1985), menciona que en climas lluviosos los suelos necesitan ser encalados constantemente.

c. **Contenido de calcio del látex de sangre de grado por edad del árbol.**

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de calcio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Cuadro 19. Contenido de calcio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Calcio (mg/100g)
4 – 6	538,77 ± 15,34 ^a
> 6	489,62 ± 26,12 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por nueve veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo VII), no se encontró diferencia estadística significativa. Comparado los promedios, los árboles de 4 a 6 años presentan un valor de 538,77 mg/100g y los árboles mayores de 6 años un valor de 489,26 mg/100g, existe solamente una variación numérica entre estos dos grupos favoreciendo a los menores. Nuestros resultados no coinciden con

lo reportado por Rojas (1985), quien menciona que el contenido de calcio aumenta con la edad, a esto Jacob (1973), añade diciendo que el calcio tiene poco movimiento de traslación en la planta acumulándose especialmente en los tejidos adultos.

Es posible que el contenido de calcio en mayor proporción en árboles de mayor edad, se encuentren como elemento estructural sólo en la pectina cálcica de la laminilla media de la pared celular, tal como lo reporta Bidwell (1979).

2. Contenido de magnesio.

a. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Realizado el análisis de varianza (Anexo VIII), se encontró diferencia estadística altamente significativa por piso ecológico. Los resultados muestran promedios de 0,067 a 0,075% aproximadamente, encontrándose estos valores dentro del promedio para plantas en general que es de 0,05 a 2 % reportado por Lachica (1985).

Cuadro 20. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Magnesio (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	75,97 ± 1,38 ^a	74,10 ± 1,54 ^a
Cb	800	69,24 ± 0,64 ^b	70,03 ± 0,84 ^b
MA	1600	72,32 ± 1,27 ^b	67,59 ± 1,21 ^b

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05)

Bidwell (1979), menciona que el contenido de magnesio se encuentra disuelto en el jugo celular, pudiendo trasladarse fácilmente por la planta, es posible que en nuestro caso haya sucedido este efecto.

b. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

En el cuadro 21, se muestra el contenido de magnesio del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos. Realizado el análisis de varianza (Anexo VIII), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan, se observó que en

el piso ecológico (Ta) presentó el mayor promedio (75,03 mg/100g), siendo estadísticamente diferente a los demás ($P < 0,05$).

Cuadro 21. Contenido de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Magnesio (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	$75,03 \pm 1,02^a$
Cb	800	$69,64 \pm 0,52^b$
MA	1600	$69,96 \pm 1,10^{b-}$

Los valores representan (promedios \pm SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Esta diferencia posiblemente se debe al contenido de nutrientes del suelo por piso ecológico. Se puede observar (Anexo XVII) que el piso ecológico (Ta) presentan suelos ligeramente neutros.

Rojas (1985), menciona que el magnesio se pierde fácilmente en el suelo lo que resulta un problema en suelos tropicales. Es de especular que los árboles de este piso ecológico aprovecharan los nutrientes en mayor proporción por efecto del pH.

3. Contenido de sodio.

a. Contenido de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 22. Contenido de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Sodio (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	5,52 ± 0,71 ^a	4,54 ± 0,26 ^b
Cb	800	4,79 ± 0,28 ^a	6,01 ± 0,55 ^{ab}
MA	1600	4,83 ± 0,55 ^a	6,88 ± 0,84 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo IX), no se encontró diferencia estadística significativa por piso ecológico y edad del árbol. El sodio es necesario para la planta, aunque algunos autores manifiestan que este elemento no se puede precisar si es necesario su presencia en ciertos vegetales, existen referencias que este elemento sustituye al potasio en caso de deficiencia

asumiendo ciertas funciones químico coloidales, además Bidwell (1979), menciona que aquellas plantas que responden al sodio tienden a acumular grandes cantidades, mientras que otros, sin respuesta ante él, lo absorben muy poco.

4. Contenido de Potasio.

a. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 23. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Potasio (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	13,02 ± 0,59 ^b	12,29 ± 1,01 ^b
Cb	800	17,56 ± 1,95 ^{ab}	37,07 ± 6,60 ^a
MA	1600	21,29 ± 3,14 ^a	23,53 ± 4,78 ^{ab}

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo X), se encontró diferencia estadística significativa por piso ecológico y edad del árbol. Los resultados mostraron concentraciones menores de potasio (0,012 a 0,037%) a lo reportado por Lachica (1985), quien menciona que el contenido de potasio en plantas en general varía entre 0,1 a 12%. Esta inferioridad posiblemente se deba a que las concentraciones de potasio más elevados se encuentren en las regiones meristemáticas tal como lo reporta Devlin (1976).

b. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico

En el siguiente cuadro, se muestra el contenido de potasio del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 24. Contenido de potasio del látex sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Potasio (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	12,65 ± 0,57 ^b
Cb	800	27,31 ± 4,41 ^a
MA	1600	22,41 ± 2,75 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo X), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (Ta) presentó el menor promedio (12,65 mg/100g), siendo estadísticamente diferente a los demás ($P < 0,05$). Es posible que esta diferencia se deba al factor suelo entre pisos ecológicos, al respecto Jacob (1973), menciona que en suelos ligeros o arenosos es frecuente la deficiencia de este elemento debido a su solubilidad y a la facilidad con la que puede lavarse de ellos.

c. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de potasio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Cuadro 25. Contenido de potasio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Potasio (mg/100g)
4 - 6	17,29 ± 1,43 ^a
> 6	24,30 ± 3,56 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por 18 veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Realizado el análisis de varianza (Anexo X), no se encontró diferencia estadística significativa. Se observó que entre los dos grupos de árboles analizados los de 4 a 6 años presentaron el menor promedio (17,29 mg/100g). Al respecto Jacob (1973), menciona que el calcio y el potasio tienen efecto antagónico, esto puede ser verificado en el cuadro 19, donde observamos que el calcio es menor para los árboles mayores.

5. Contenido de cobre.

a. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 26. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Cobre (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	0,09 ± 0,00 ^b	0,12 ± 0,02 ^b
Cb	800	0,10 ± 0,02 ^b	0,09 ± 0,01 ^b
MA	1600	0,17 ± 0,03 ^a	0,19 ± 0,03 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XI), se encontró diferencia estadística altamente significativa por pisos ecológicos.

Los resultados muestran promedios de 0,09 a 0,19 mg/100g. Salisbury (1994), menciona que las plantas rara vez tienen deficiencia de Cobre, en parte por que lo requieren en cantidades muy pequeñas.

b. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de cobre del látex sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 27. Contenido de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Cobre (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	0,10 ± 0,01 ^b
Cb	800	0,10 ± 0,01 ^b
MA	1600	0,18 ± 0,02 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XI), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (MA) presentó el mayor promedio (0,18 mg/100g), siendo estadísticamente diferente a los otros dos.

Posiblemente esta diferencia se deba al factor suelo, al respecto Jacob (1973), menciona que el agua del suelo es un factor limitante que de una u otra forma se presenta una deficiencia de este elemento.

6. Contenido de hierro.

a. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el cuadro 28.

Realizado el análisis de varianza (Anexo XII), se encontró diferencia estadística altamente significativa por piso ecológico. Los resultados muestran promedios muy inferiores de hierro (de 0,47 a 1,41 mg/100g de materia fresca), a lo reportado por Lachica (1985), quien menciona un contenido de hierro para plantas entre 250 a 1000 mg/100g de materia seca.

Cuadro 28. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Hierro (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	1,41 ± 0,15 ^a	1,34 ± 0,29 ^a
Cb	800	0,47 ± 0,07 ^b	0,87 ± 0,11 ^a
MA	1600	0,54 ± 0,05 ^b	0,55 ± 0,12 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05)

Posiblemente tal inferioridad se deba a que el hierro en el látex es menor de lo necesario que en la plantas en general, esto puede explicarse en cierta forma a lo reportado por Bidwell (1979), quien menciona que el hierro posee una baja capacidad de traslación en la planta, además que su deficiencia puede ser compensado con un incremento de oxidasas no férricas cuya acción puede reemplazarse parcialmente con la de las enzimas respiratorias que contienen hierro.

b. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico.

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de hierro del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 29. Contenido de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Hierro (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	1,28 ± 0,16 ^a
Cb	800	0,67 ± 0,09 ^b
MA	1600	0,54 ± 0,06 ^b

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XII), se encontró diferencia estadística altamente significativa. Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (Ta) presentó el mayor promedio (1,28 mg/100g), siendo estadísticamente diferente a los otros dos (P<0,05).

Bidwell (1979), menciona que los suelos que presentan exceso de otros minerales pueden ser deficientes en hierro por precipitación de éste en forma inaprovechable, es posible que este efecto haya ocurrido en los pisos ecológicos (Cb) y (MA).

7. Contenido de zinc.

a. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 30. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Zinc (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	0,06 ± 0,01 ^a	0,04 ± 0,00 ^a
Cb	800	0,03 ± 0,00 ^b	0,05 ± 0,01 ^a
MA	1600	0,07 ± 0,01 ^a	0,07 ± 0,01 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XIII), se encontró diferencias estadísticas significativas por pisos ecológicos. Los resultados muestran concentraciones de zinc muy inferiores (0,03 a 0,07 mg/100g de materia fresca) a lo reportado por Lachica (1985) quien menciona que la concentración de zinc en plantas varía entre 200 a 1000 mg/100g de materia seca.

Es posible que esta inferioridad se deba a lo reportado por Bidwell (1979), quien menciona que una deficiencia de este elemento puede traducirse en un sustancial incremento de compuestos nitrogenados solubles.

b. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico.

En el siguiente cuadro se muestra el contenido de zinc del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 31. Contenido de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		Zinc (mg/100g)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	0,05 ± 0,01 ^{ab}
Cb	800	0,04 ± 0,01 ^b
MA	1600	0,07 ± 0,01 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por doce veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XIII), se encontró diferencia estadística significativa.

Al efectuarse la comparación de promedios mediante la prueba de Duncan. Se observó que el piso ecológico (MA) es diferente estadísticamente ($P < 0,05$) al piso ecológico (Cb).

Bidwell (1979), menciona que el zinc está ampliamente distribuido en los suelos, pero como muchos otros metales llegan a ser menos aprovechables conforme aumenta el pH, es posible que este efecto haya ocurrido en nuestro caso, esto se puede verificar en el Anexo XVII donde se puede observar que los suelos del piso ecológico (MA) tiene un pH menor que los suelos del piso ecológico (Cb).

8. Contenido de manganeso.

a. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

El contenido de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presenta en el cuadro 32.

Realizado el análisis de varianza (Anexo XIV), se encontró diferencia estadística significativa por edad del árbol. Los resultados muestran promedios de manganeso muy inferiores (0,16 a 0,43 mg/100g de materia fresca) a lo reportado por Lachica (1985), quien menciona que el contenido de manganeso en la planta varía de 1500 a 3000 mg/100g de materia seca

Cuadro 32. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Piso Ecológico		Manganeso (mg/100g)	
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	0,26 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,01 ^b
Cb	800	0,24 ± 0,07 ^a	0,38 ± 0,09 ^a
MA	1600	0,21 ± 0,03 ^a	0,43 ± 0,05 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0,05$).

Devlin (1976), menciona que el manganeso puede ser sustituido por otros cationes divalentes, como el Mg^{++} , Co^{++} , Zn^{++} y Fe^{++} , siendo la sustitución más frecuente por el magnesio.

b. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por edad del árbol.

En el cuadro 33, se muestra el contenido de manganeso del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Realizado el análisis de varianza (Anexo XIV), no se encontró diferencia estadística significativa.

Cuadro 33. Contenido de manganeso del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	Manganeso (mg/100g)
4 – 6	0,24 ± 0,02 ^a
> 6	0,33 ± 0,04 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por 18 veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$).

Los árboles de 4 a 6 años presentaron un menor promedio (0,24 mg/100g), que los árboles mayores de 6 años (0,33 mg/100g).

Al respecto Bidwell (1979), menciona que la movilidad del manganeso es compleja y depende de la especie y la edad de la planta, pudiendo aparecer síntomas de deficiencia primero en hojas jóvenes ó maduras.

9. Contenido de minerales en promedio del látex de sangre de grado.

El contenido de minerales en promedio del látex de sangre de grado se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 34. Contenido de minerales en promedio del látex de sangre de grado.

Componentes	mg/100g.
Calcio.	512,69 ± 15,6
Magnesio.	71,54 ± 0,7
Sodio.	5,43 ± 0,3
Potasio.	20,79 ± 2,0
Cobre.	0,12 ± 0,1
Hierro.	0,83 ± 0,1
Zinc.	0,06 ± 0,0
Manganeso.	0,28 ± 0,0

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado 18 veces por triplicado.

C. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDATIVA DEL LATEX DE SANGRE DE GRADO.

La capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado fue evaluada mediante la acción de inhibir el radical libre DPPH.

1. Inhibición del radical libre, DPPH.

Las soluciones del látex de sangre de grado al reaccionar con el radical libre (DPPH) durante 15 minutos mostraron absorbancias diferentes (Anexo XVI); se observó que la capacidad de inhibición estuvo con relación a la concentración, tal como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro 35. Efecto del látex de sangre de grado en la inhibición del DPPH.

Concentración ($\mu\text{g/ml}$)	Absorbancia (515 nm)	Inhibición (%)
0	1,051	N.D ² .
5	0,824	21,598
10	0,674	35,875
20	0,402	61,751
30	0,162	84,589

Los valores representan % de inhibición proveniente de los experimentos, cada uno analizado por triplicado.

N.D², representa la absorbancia del DPPH (100 μM) como control sin reaccionar con el látex de sangre de grado.

Se puede observar que a mayor concentración del látex existe una menor absorbancia. Al respecto Walton (1983), menciona que existen desviaciones de la ley de Beer en la que se basa la absorción de la luz; a causa de la reacción de las especies absorbentes de luz, este efecto se puede distinguir mejor en la siguiente figura.

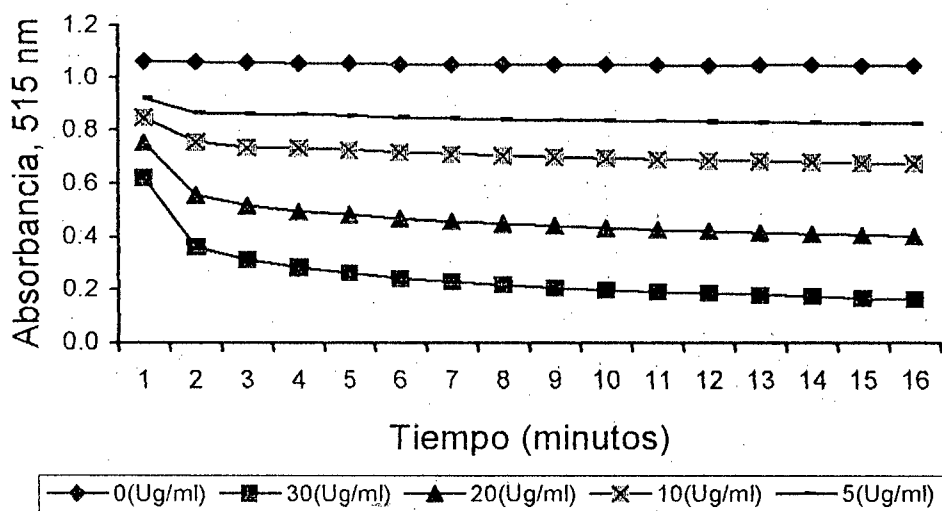


Figura 6. Curvas de degradación del DPPH por acción del látex de sangre de grado.

2. Determinación del Coeficiente de inhibición (IC_{50}).

La curva ajustada para estimar el coeficiente de inhibición (IC_{50}), fue una ecuación polinómica (figura 7). Al respecto Sachs (1978), menciona que el coeficiente de determinación (r^2); cuanto más perfecto es el ajuste de la línea de regresión a los puntos más cerca está r^2 de 1. En muchas ocasiones se desprende de la representación gráfica que para describir no va a servir ninguna recta de regresión, a menudo es una función de segundo grado la que se ajusta lo suficiente a la situación real dado.

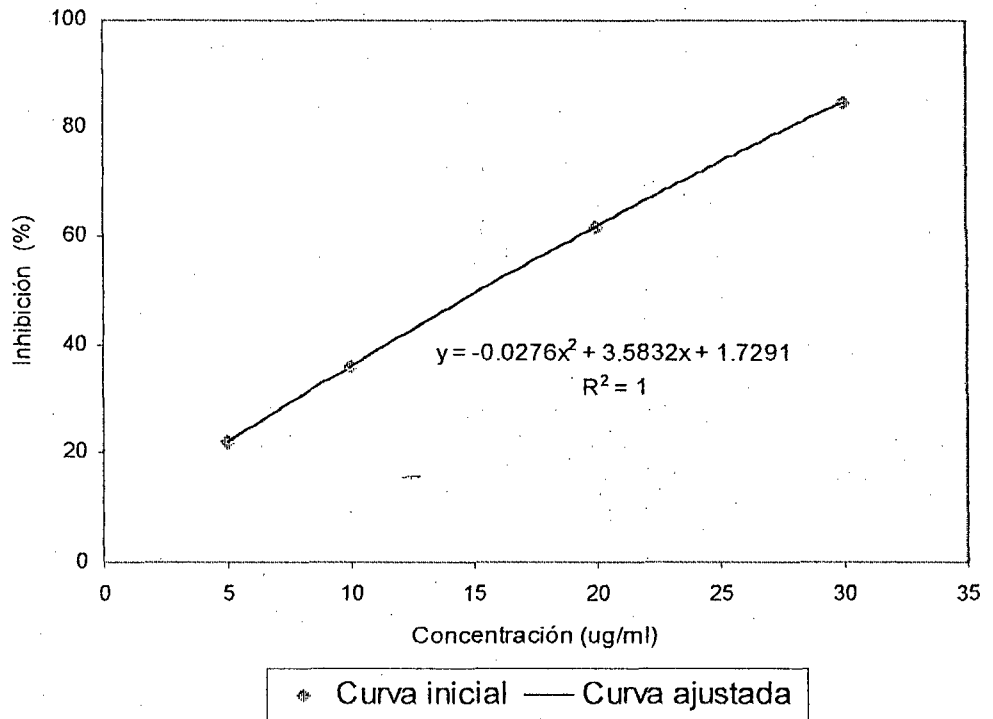


Figura 7. Coeficiente de inhibición (IC_{50}) del DPPH por el látex de sangre de grado.

a. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

La evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 36. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Unidad fisiográfica	Piso Ecológico (m.s.n.m)	IC ₅₀ (µg/ml)	
		4 – 6 (años)	> 6 (años)
Ta	650	13,41 ± 0,9 ^{ab}	13,26 ± 0,1 ^a
Cb	800	13,03 ± 0,9 ^b	14,56 ± 0,7 ^a
MA	1600	16,59 ± 1,0 ^a	13,74 ± 0,3 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por triplicado promedios por piso ecológico y edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna ($P < 0.05$)

Realizado el análisis de varianza del IC₅₀ del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años se encontró diferencia estadística significativa (Anexo XV), en la capacidad de inhibir el 50% el radical libre DPPH (Cuadro 36). Al efectuarse la comparación de promedios, mediante la prueba de Duncan, se observó que los árboles de 4 a 6 años en el piso ecológico (Cb) presenta el menor promedio (13,03 µg/ml), es decir son más eficientes ($P < 0.05$) en su capacidad de inhibir DPPH, requiriéndose menor cantidad del látex de sangre de grado comparado a los árboles del piso ecológico (MA) que requiere 16,59 µg/ml de látex de sangre de grado para alcanzar el IC₅₀.

Brand et al (1995), menciona que el IC_{50} es el coeficiente de inhibición para que un compuesto inhiba el 50% de los radicales libres (DPPH) en un tiempo determinado, por ello podemos decir que en el piso ecológico (Cb) encontramos un látex más eficiente. Se ha reportado que la planta obtiene un mayor porcentaje de productos catabólicos definidos también como productos secundarios (compuestos fenólicos, flavonoides, taninos, alcaloides, etc) e inclusive se indica que la más alta pureza del látex proviene de suelos arcillosos de colina baja (Salsbury, 1991; Meza, 1999). Esto puede deberse según Rojas (1985), que los suelos arcillosos abastecen a la planta con mayor agua y durante mas tiempo. Además se puede observar (Anexo XVII) que en los suelos del piso ecológico (Cb) presentan un mayor porcentaje de materia orgánica.

Por otro lado los árboles de sangre de grado mayores de seis años en función a los pisos ecológicos realizado el análisis de varianza (Anexo XV) no se encontró diferencia estadística, la cual se puede atribuir que las plantas adultas según Salisbury (1991) tienen mas reservas que una planta joven ya que estas últimas presentan una mayor actividad metabólica aumentando en volumen, peso, número de células, cantidad de protoplasma y complejidad.

b. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico.

En el siguiente cuadro, se muestran los resultados de la evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado de los diferentes pisos ecológicos.

Cuadro 37. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Piso Ecológico		IC ₅₀ (µg/ml)
Unidad fisiográfica	(m.s.n.m)	
Ta	650	13,33 ± 0,4 ^a
Cb	800	13,79 ± 0,6 ^a
MA	1600	15,17 ± 0,8 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por seis veces, promedios por piso ecológico con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza, no se encontró diferencias estadísticas significativas (Anexo XV). Al comparar los promedios de IC₅₀ del piso ecológico Ta (13,33 µg/ml) con el piso ecológico MA (15,17 µg/ml) se encontró que a menor altura el látex tiene una mayor IC₅₀. Al respecto Meza (1999), menciona que, los constituyentes del látex varían bastante dependiendo del lugar de colección y que, en la naturaleza los constituyentes del alcaloide

Taspina en los árboles presentan una gran variación de un área a otra. Esto puede deberse, según Daubenmire (1990) que, la composición del aire atmosférico cambia sus proporciones sustancialmente sólo con la altitud, sabiendo que en razón directa de ella disminuye el contenido en oxígeno y que esta situación va siendo progresivamente limitadora para los organismos animales y vegetales.

Por otro lado Keith (1994), menciona que el rendimiento que alcance una planta ya sea en frutos, resina, hojas, etc, depende de una serie de factores, unos son inherentes al vegetal mismo y están relacionados con su potencial genético, otros son de tipo externo y están relacionados con las características del suelo, las condiciones meteorológicas y la técnica agronómica.

c. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por edad del árbol.

En el siguiente cuadro, se muestran los resultados de la evaluación de la capacidad antioxidativa de la sangre de grado por edad del árbol.

Cuadro 38. Evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Edad del árbol (años)	IC ₅₀ (µg/ml)
4 – 6	14,34 ± 0,7 ^a
> 6	13,85 ± 0,3 ^a

Los valores representan (promedios ± SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado por nueve veces, promedio por edad del árbol con diferentes superíndices en una misma columna (P < 0.05).

Realizado el análisis de varianza (Anexo XV), no se encontró diferencia estadística significativa. Comparando los promedios del IC₅₀, los árboles mayores de 6 años presentan un valor de 13,85µg/ml y los árboles de 4 a 6 años un valor de 14.34 µg/ml. Existe solamente una diferencia numérica en el IC₅₀ entre los dos grupos de árboles evaluados, favoreciendo a los árboles adultos. Al respecto Tisdale (1991) menciona que, las plantas jóvenes necesitan mayor cantidad de agua disponible en el suelo que las plantas adultas ya que estas últimas poseen una menor tasa de crecimiento vegetativo y disponen de un sistema radicular más extenso que las plantas jóvenes. Meza (1999) supone que, posiblemente también haya mayor dilución debido al porcentaje del contenido de agua y disminución de la concentración ó pureza de los metabolitos secundarios. Es de especular que la diferencia

cronológica de edad entre estos grupos no sea un factor muy decisivo en la determinación de la eficiencia de control del DPPH.

d. Capacidad antioxidativa en promedio del látex de sangre de grado.

En el siguiente cuadro, se muestra la evaluación de la capacidad antioxidativa en promedio del látex de sangre de grado.

Cuadro 39. Capacidad antioxidativa en promedio del látex de sangre de grado.

Capacidad antioxidativa	($\mu\text{g/ml}$)
IC ₅₀	14,10 \pm 0,4

Los valores representan (promedios \pm SEM) los datos provienen de los experimentos, cada uno analizado 18 veces por triplicado.

V. CONCLUSION.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se pudo llegar a las siguientes conclusiones:

- La composición química proximal, concentración de minerales y capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico fue muy variado; presentando el piso ecológico de Terraza alta (650 m.s.n.m.) un mayor contenido en: Calcio (560,53 mg/100g), magnesio (75,03 mg/100g), hierro (1,28 mg/100g) y una mayor eficiencia en capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 13,33 \mu\text{g/ml}$); el piso ecológico de Colina baja (800 m.s.n.m.) un mayor contenido en potasio (27,31 mg/100g); y el piso ecológico de Montaña alta (1600 m.s.n.m.) un mayor contenido en: Proteína (1,79%), cobre (0,18mg/100g) y zinc (0,07mg/100g).
- El látex de los árboles de sangre de grado mayores de seis años de edad, presentaron un menor contenido de humedad (67,89 %), un mayor contenido de proteína (1,72%), de carbohidratos (27,62%), de potasio (24,30mg/100g), de manganeso (0,33 mg/100g) y una mayor eficiencia en capacidad de inhibir el radical libre DPPH ($IC_{50} = 13,85 \mu\text{g/ml}$), que los árboles de cuatro a seis años de edad.
- En promedio general el látex de sangre de grado presentó la siguiente composición: Químico proximal; Humedad 67,81%; Proteína 1,52%; Grasa 2,11%; Fibra 0,35%; Ceniza 0,17% y Carbohidratos 26,04%;

Minerales: Calcio 512,69 mg/100g; Magnesio 71,54 mg/100g; Sodio 5,43 mg/100g; Potasio 20,79 mg/100g; Cobre 0,12 mg/100g; Hierro 0,83 mg/100g; Zinc 0,06 mg/100g y Manganeso 0,28 mg/100g; El coeficiente de inhibición (IC₅₀) de la capacidad antioxidativa fue 14,10 µg/ml.

VI. RECOMENDACION.

- Establecer modelos de investigación in vivo para evaluar la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado.
- Realizar trabajos de investigación en cuanto a evaluación de capacidad antioxidativa que permitan comparar variedades de sangre de grado (*Croton draconoides* y *Croton lechleri*).
- Realizar trabajos de investigación especialmente en la región Rupa Rupa, que permitan relacionar el suelo y la composición de minerales en el látex de sangre de grado.
- Investigar la función que cumple el látex de sangre de grado en el árbol así mismo la función fisiológica que desempeñan los minerales en el látex.

VII. BIBLIOGRAFIA.

- A.O.A.C. 1994. Official methods of analysis sf AOAC. INTERNATIONAL; agricultural chemicals, contaminants and drugs. ISED. Gaithersburg. Md. USA. AOAC internacional.
- AZCON, J. 1996. Fisiología y bioquímica vegetal. Interoamerica McGraw-Hill. Madrid. España. pp 259-264.
- BADUI, S. 1994. Química de los alimentos. 3^{ra} Ed. Edit. Alhambra. Mexico S.A. México. 648 p.
- BADUI, S. 1998. Diccionario de tecnología de los alimentos. Edit. Alhambra Mexicana. México. 285 p.
- BARRIGA, R. 1994. Plantas útiles de la amazonía peruana. Características, uso y posibilidades. CONCYTEC. Lima. Perú. 96 p.
- BIDWELL, R. 1979. Fisiología vegetal. AGT Editor S.A. México. 784 p.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición forestal, Práctica de manejo. Edit. Limusa S.A. México. 340 p.
- BELITZ, H. 1988. Química de los alimentos. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 813 p.
- BENDICH, A. 1991. Beta Carotene and immune response Proc. Nurt 50. pp 263 - 274.

BLINCOE, C; LESPERANCE, A. y BOHMAN, V. 1973. Bone magnesium, Calcium and strontium concentration in range Cattle. Journal animal Science. N° 36. pp 971 - 973.

BRAND, W; CUVELIER, M y BERSET, C. 1995. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Laboratoire de chimie des substances Naturelles. Departament science de aliment, ENSIA 1. Vol. 28. N° 1. pp 25 - 30.

CAI, Y; EVANS, J; ROBERTS, M; PHILLIPSON, J; ZENCK, M. y GLEBA, Y. 1991. Polyphenolic compounds from Croton lechleri. Phytochemistry. Vol. 30. N° 6. pp 203 - 204.

DAUBENMIRE, R. 1990. Ecología vegetal, Tratado de autoecología de plantas. 3^{ra}. Ed. Edit. Limusa S.A. México. 496 p.

DEVLIN, P. 1976. Fisiología vegetal. Ediciones Omega S.A. Barcelona. España. pp 304 - 315.

DIPLOCK, A. 1991. Antioxidant nutrients and disease prevention an overview. Am J Clin. Nutr 53. pp 93 - 189.

ESTRELLA, E. 1995. Plantas medicinales amazónicas: Realidad y perspectivas. TCA (Tratado de Cooperación Amazónica). pp 210 - 212.

FASSBENDER, H. 1975. Química de suelos. IICA. Costa Rica. 398 p.

- FOOTE, C. 1976. In free radicals in biology. Academic Prss. New York.
Vol 2. pp 81 - 85.
- HAIR, J. 1987. Medidas de diversidad ecológica, Manual de técnicas de
gestión de vidas silvestres tradicionales. 4^{ta} Ed. USA. 126 p.
- HART, F Y FISHER, H. 1991. Análisis moderno de los alimentos. Edit.
Acribia. Zaragoza. España. 316 p.
- HAUROWITZ, F. 1969. Química y función de las proteínas. Ediciones
Omega S.A. Barcelona. España. 483 p.
- JACOB, A. 1973. Fertilización. Nutrición y abonamiento de los cultivos
tropicales y subtropicales. 4^{ta} Ed. Ediciones Euroamericanas. México.
pp 47-63.
- KATZ, F; DONALD, E. y GIESEC, J. 2000. Research trends in healthfel
foods. Food Technology. Vol. 54. N° 10. pp 45-52.
- KEITH, L. 1994. Ecología, Ciencia y política medio ambiental. McGraw-Hill.
Colombia. 251 p.
- LACHICA, M. 1985. Nutrición vegetal, Algunos aspectos químicos y
biológicos. Granada. España. 210 p.
- LARQUÉ, A. 1990. El agua en las plantas. Edit. Trillas. México. 88 p.
- LIRA, H. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Trillas. México. pp 86 - 97.

- MEZA, N. 1999. Desarrollando nuestra biodiversidad cultural "Sangre de grado" y reto de su producción sustentable en el Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Fondo Editorial. Lima - Perú. 255 p.
- MOLISH, P. 1985. Fisiología vegetal. Edit. Labor S.A. México. pp 1 - 10.
- MOSCOSO, A. 1991. Bosques y desarrollo. Edic. Mundi Prensa. España. pp 34 - 56.
- MUÑOZ, F. 1993. Plantas medicinales y aromáticas. Edic. Mundi Prensa. España. pp 55 - 58.
- ODUM, E. 1996. Ecología, El vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. CECOSA. México. 295 p.
- PESSON, P. 1978. Ecología Forestal. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 392 p.
- PIETERS, L. DE BRUYNE, T. Y VLIENTINCK, A. 1993. Isolation of a dihydrubenzofuran Lignan from South American Dragon's Blood (Croton spp), as an inhibitor of cell proliferation. Journ of Natural Products Vol. 56. N° 6. pp 899 - 906.
- REILLY, P. Y BULKLEY, G. 1990. Tissue injury by free radicals and other toxic oxygen metabolites. Br J Surg 77. pp 24 - 35.
- RENGIFO, E. Y CERRUTI, T. 1997. Plantas medicinales de la amazonía peruana, Estudio de su uso y su cultivo. IIAP. Iquitos. Perú. 209 p.

- RIOS, R. 1989. Análisis del hábitat coto de caza el ángulo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. pp 78 -93.
- ROJAS, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3^{ra} Ed. McGraw-Hill. México. 300 p.
- ROMANYK, N. 1990. Ecología. Edit. ICONA. Madrid. España. 571p.
- SACHS, L. 1978. Estadística aplicada. Edit. Labor S.A. Barcelona. España. pp 323 - 381.
- SALISBURY, F. 1994. Fisiología vegetal. Edit. Iberoamericana S.A de C.V.. México. 752 p.
- SANCHEZ, P. 1981. Suelos del trópico, Características y manejo. Edit. IICA. San José. Costa Rica. 650 p.
- SINGH, V. Y GABY, S. 1991. Premalignant lesions: Role of antioxidant vitamins and beta carotene in risk reduction and prevention of malignant transformation. Am J Clin Nutr 53. pp 90 - 121 .
- SPURR, H. Y BURTON, V. 1982. Ecología forestal. AGT Editorial S.A. México. 690 p.
- TISDALE, S. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad.por. Belasch. Edit. Limusa S. A. México. 760 p.
- TYLER, M. 1994. Ecología y medio ambiente. Edit. Iberoamericana S.A. México. 341p.

WALTON, H. 1983. Análisis químico e instrumental moderno. Edit.

Reverté, S. A. Barcelona. España. pp 145 - 153.

WINTER, E. 1981. El agua el suelo y la planta. Edit. Diana. México. 221p.

ZAVALETA, A. 1992. Edafología, el suelo en relación con la producción.

CONCYTEC. Lima. Perú. 223 p.

VIII. ANEXOS.

Anexo I.

Análisis de varianza de humedad del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,079	0,040	0,02	N.S
Edad	1	132,716	132,716	51,37	**
Piso*Edad	2	5,723	2,862	1,11	N.S
Error experimental	30	77,509	2,584		
Total	35	216,028			

C.V = 2,3 R-Square = 0,64 Mean = 69,81 Root MSE = 1,61

Análisis de varianza de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	3,576	1,788	0,45	N.S
Error experimental	15	59,377	3,959		
Total	17	62,952			

C.V = 2,77 R-Square = 0,06 Mean = 71,73 Root MSE = 1,99

Análisis de varianza de humedad del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	2,227	1,114	0,92	N.S
Error experimental	15	18,132	1,210		
Total	17	20,359			

C.V = 1,62 R-Square = 0,12 Mean = 67,89 Root MSE = 1,10

Análisis de varianza de humedad del látex de sangre de grado por edad de árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	132,716	132,716	54,16	**
Error experimental	34	83,312	2,450		
Total	35	216,028			

C.V = 2,24 R-Square = 0,61 Mean = 69,81 Root MSE = 1,57

Anexo II.

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	1,340	0,700	7,05	**
Edad	1	1,452	1,452	14,62	**
Piso*Edad	2	1,237	0,619	6,23	**
Error experimental	30	2,980	0,100		
Total	35	7,069			

C.V = 20,82 R-Square = 0,58 Mean = 1,51 Root MSE = 0,32

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,004	0,002	0,09	N.S
Error experimental	15	0,362	0,024		
Total	17	0,366			

C.V = 11,93 R-Square = 0,01 Mean = 1,31 Root MSE = 0,16

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	2,581	1,290	7,59	*
Error experimental	15	2,549	0,170		
Total	17	5,130			

C.V = 23,94 R-Square = 0,50 Mean = 1,72 Root MSE = 0,41

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	1,375	0,687	4,03	*
Error experimental	33	5,626	0,170		
Total	35	7,001			

C.V = 27,21 R-Square = 0,20 Mean = 1,52 Root MSE = 0,41

Análisis de varianza de proteína del látex de sangre de grado por edad de árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	1,505	1,505	9,31	**
Error experimental	34	5,495	0,162		
Total	35	7,001			

C.V = 26,49 R-Square = 0,22 Mean = 1,52 Root MSE = 0,40

Anexo III.

Análisis de varianza de grasa del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,191	0,095	0,37	N.S
Edad	1	0,359	0,359	1,40	N.S
Piso*Edad	2	0,113	0,006	0,02	N.S
Error experimental	30	7,671	0,256		
Total	35	8,233			

C.V = 23,96 R-Square = 0,07 Mean = 2,11 Root MSE = 0,51

Análisis de varianza de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,150	0,074	0,22	N.S
Error experimental	15	5,046	0,336		
Total	17	5,195			

C.V = 29,85 R-Square = 0,03 Mean = 2,01 Root MSE = 0,58

Análisis de varianza de grasa del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,055	0,027	0,16	N.S
Error experimental	15	2,625	0,175		
Total	17	2,680			

C.V = 29,85 R-Square = 0,03 Mean = 2,01 Root MSE = 0,58

Anexo IV.

Análisis de varianza de fibra del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,306	0,132	3,30	N.S
Edad	1	0,060	0,060	1,50	N.S
Piso*Edad	2	0,300	0,150	3,74	*
Error experimental	30	1,207	0,040		
Total	35	1.875			

C.V = 57,11 R-Square = 0,36 Mean = 0,35 Root MSE = 0,200

Análisis de varianza de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,504	0,252	8,30	*
Error experimental	15	0,456	0,030		
Total	17	0,960			

C.V = 56,16 R-Square = 0,53 Mean = 0,31 Root MSE = 0,17

Análisis de varianza de fibra del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,103	0,051	1,03	N.S
Error experimental	15	0,752	0,050		
Total	17	0,854			

C.V = 57,09 R-Square = 0,12 Mean = 0,39 Root MSE = 0,22

Anexo V.

Análisis de varianza de ceniza del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de la ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,007	0,004	0,70	N.S
Edad	1	0,007	0,008	1,49	N.S
Piso*Edad	2	0,025	0,013	2,50	N.S
Error experimental	30	0,153	0,005		
Total	35	0,194			

C.V = 42,15 R-Square = 0,21 Mean = 0,17 Root MSE = 0,07

Análisis de varianza de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,026	0,013	2,76	N.S
Error experimental	15	0,072	0,005		
Total	17	0,098			

C.V = 1,62 R-Square = 0,12 Mean = 67,89 Root MSE = 1,10

Análisis de varianza de ceniza del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,006	0,003	0,59	N.S
Error experimental	15	0,082	0,005		
Total	17	0,088			

C.V = 47,62 R-Square = 0,07 Mean = 0,16 Root MSE = 0,70

Anexo VI.

Análisis de varianza de carbohidrato del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de carbohidratos del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	1,819	0,090	0,42	N.S
Edad	1	90,937	90,937	42,24	**
Piso*Edad	2	4,912	2,456	1,14	N.S
Error experimental	30	64,587	2,153		
Total	35	162,255			

C.V = 2,3 R-Square = 0,64 Mean = 69,81 Root MSE = 1,61

Análisis de varianza de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	40,993	20,497	13,807	**
Error experimental	15	22,278	1,485		
Total	17	63,271			

C.V = 4,83 R-Square = 0,65 Mean = 25,21 Root MSE = 1,22

Análisis de varianza de carbohidrato del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	35,102	17,551	6,72	**
Error experimental	15	39,190	2,613		
Total	17	74,292			

C.V = 6,02 R-Square = 0,47 Mean = 26,87 Root MSE = 1,62

Análisis de varianza de carbohidrato del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	90,937	90,937	43,35	**
Error experimental	34	71,318	2,098		
Total	35	162,255			

C.V = 5,56 R-Square = 0,56 Mean = 26,04 Root MSE = 1,45

Anexo VII.

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	143594,770	71797,385	27,00	**
Edad	1	24481,766	2448,766	9,21	**
Piso*Edad	2	57436,992	28718,496	10,80	**
Error experimental	30	79782,119	2659,404		
Total	35	305295,646			

C.V = 10,06 R-Square = 0.74 Mean = 512,69 Root MSE = 51,57

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	10538,450	5269,225	1,29	N.S
Error experimental	15	61507,396	4100,493		
Total	17	72045,846			

C.V = 11,89 R-Square = 0,15 Mean = 538,77 Root MSE = 64,04

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	190493,311	95246,656	78,18	**
Error experimental	15	18274,724	1218,315		
Total	17	208768,035			

C.V = 7,17 R-Square = 0,91 Mean = 486,615 Root MSE = 34,90

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	143594,770	71797,385	14,65	**
Error experimental	33	161700,877	4900,027		
Total	35	305295,646			

C.V = 13,65 R-Square = 0,47 Mean = 512,69 Root MSE = 70,00

Análisis de varianza de calcio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	24481,766	24481,766	2,96	N.S
Error experimental	34	280813,881	8259,232		
Total	35	305295,646			

C.V = 17,73 R-Square = 0,08 Mean = 512,69 Root MSE = 90,88

Anexo VIII.

Análisis de varianza de magnesio del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	219,994	109,997	13,03	**
Edad	1	33,804	33,805	4,00	N.S
Piso*Edad	2	45,631	22,816	2,70	N.S
Error experimental	30	253,328	8,444		
Total	35	552,758			

C.V = 4,06 R-Square = 0,54 Mean = 71,54 Root MSE = 2,91

Análisis de varianza de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	136,165	68,082	8,7	**
Error experimental	15	117,343	7,83		
Total	17	253,507			

C.V = 3,86 R-Square = 0,54 Mean = 72,51 Root MSE = 2,80

Análisis de varianza de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	129,461	64,730	7,14	**
Error experimental	15	135,985	9,066		
Total	17	265,446			

C.V = 4,27 R-Square = 0,49 Mean = 70,57 Root MSE = 3,01

Análisis de varianza de magnesio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	219,994	109,997	10,91	**
Error experimental	33	332,764	10,084		
Total	35	552,758			

C.V = 4,44 R-Square = 0,40 Mean = 71,54 Root MSE = 3,18

Anexo IX.

Análisis de varianza de sodio del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza del análisis de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	4,117	2,058	1,05	N.S
Edad	1	5,198	5,198	2,65	N.S
Piso*Edad	2	14,754	7,377	3,76	*
Error experimental	30	58,911	1,964		
Total	35	82,980			

C.V = 25,82 R-Square = 0,29 Mean = 5,53 Root MSE = 1,40

Análisis de varianza de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	2,023	1,012	0,57	N.S
Error experimental	15	26,845	1,79		
Total	17	28,868			

C.V = 26,51 R-Square = 0,07 Mean = 5,05 Root MSE = 1,34

Análisis de varianza de sodio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	16,848	8,424	3,94	N.S
Error experimental	15	32,066	2,138		
Total	17	48,914			

C.V = 25,18 R-Square = 0,34 Mean = 5,81 Root MSE = 1,46

Anexo X.

Análisis de varianza de potasio del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza del análisis de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	1337,131	668,565	8,22	*
Edad	1	441,938	441,938	5,43	*
Piso*Edad	2	717,616	358,808	4,41	*
Error experimental	30	2441,405	61,380		
Total	35	4938,091			

C.V = 43,39 R-Square = 0,51 Mean = 20,79 Root MSE = 9,02

Análisis de varianza del potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	206,017	103,009	3,68	*
Error experimental	15	419,719	27,98		
Total	17	625,736			

C.V = 30,60 R-Square = 0,33 Mean = 17,29 Root MSE = 5,2

Análisis de varianza de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	1848,730	924,365	6,86	**
Error experimental	15	2021,686	134,779		
Total	17	3870,416			

C.V = 47,78 R-Square = 0,48 Mean = 24,30 Root MSE = 11,61

Análisis de varianza de potasio del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	1337,131	668,565	6,13	**
Error experimental	33	3600,960	109,120		
Total	35	4938,091			

C.V = 50,24 R-Square = 0,27 Mean = 20,79 Root MSE = 10,45

Análisis de varianza de potasio del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	441,938	441,938	3,34	N.S
Error experimental	34	4496,152	132,140		
Total	35	4938,091			

C.V = 55,31 R-Square = 0,09 Mean = 20,79 Root MSE = 11,50

Anexo XI.

Análisis de varianza de cobre del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza del análisis de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,051	0,026	9,65	**
Edad	1	0,001	0,001	0,42	N.S
Piso*Edad	2	0,002	0,001	0,39	N.S
Error experimental	30	0,080	0,003		
Total	35	0,134			

C.V = 40,12 R-Square = 0,41 Mean = 0,13 Root MSE = 0,05

Análisis de varianza de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,025	0,012	0,86	*
Error experimental	15	0,031	0,002		
Total	17	0,056			

C.V = 37,19 R-Square = 0,44 Mean = 0,12 Root MSE = 0,05

Análisis de varianza de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,029	0,014	4,47	*
Error experimental	15	0,049	0,003		
Total	17	0,078			

C.V = 42,36 R-Square = 0,37 Mean = 0,13 Root MSE = 0,06

Análisis de varianza de cobre del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,051	0,026	10,21	**
Error experimental	33	0,083	0,003		
Total	35	0,134			

C.V = 39,01 R-Square = 0,38 Mean = 0,13 Root MSE = 0,05

Anexo XII.

Análisis de varianza de hierro del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	3,672	1,836	13,14	**
Edad	1	0,019	0,019	0,14	N.S
Piso*Edad	2	0,696	0,348	2,49	N.S
Error experimental	30	4,190	0,140		
Total	35	8,577			

C.V = 45,03 R-Square = 0,51 Mean = 0,83 Root MSE = 0,37

Análisis de varianza de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	3,319	1,660	27,60	**
Error experimental	15	0,902	0,060		
Total	17	4,221			

C.V = 30,39 R-Square = 0,79 Mean = 0,81 Root MSE = 0,24

Análisis de varianza de hierro del látex de sangre de grado por piso árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	1,048	0,524	2,39	N.S
Error experimental	15	3,288	0,219		
Total	17	4,336			

C.V = 54,89 R-Square = 0,24 Mean = 0,85 Root MSE = 0,47

Análisis de varianza de hierro del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	3,672	1,836	12,35	**
Error experimental	33	4,905	0,149		
Total	35	8,577			

C.V = 46,46 R-Square = 0,43 Mean = 0,83 Root MSE = 0,39

Anexo XIII.

Análisis de varianza de zinc del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,004	0,002	3,59	*
Edad	1	0,000	0,000	0,03	N.S
Piso*Edad	2	0,002	0,001	2,00	N.S
Error experimental	30	0,018	0,000		
Total	35	0,025			

C.V = 44,93 R-Square = 0,27 Mean = 0,06 Root MSE = 0,02

Análisis de varianza de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,004	0,002	3,55	N.S
Error experimental	15	0,008	0,001		
Total	17	0,011			

C.V = 41,43 R-Square = 0,32 Mean = 0,05 Root MSE = 0,02

Análisis de varianza de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,003	0,002	2,26	N.S
Error experimental	15	0,011	0,001		
Total	17	0,014			

C.V = 48,00 R-Square = 0,23 Mean = 0,06 Root MSE = 0,03

Análisis de varianza de zinc del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,004	0,002	3,48	*
Error experimental	33	0,021	0,001		
Total	35	0,025			

C.V = 45,63 R-Square = 0,17 Mean = 0,05 Root MSE = 0,03

Anexo XIV.

Análisis de varianza de manganeso del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	0,101	0,050	3,06	N.S
Edad	1	0,071	0,071	4,32	*
Piso*Edad	2	0,172	0,086	5,22	*
Error experimental	30	0,494	0,016		
Total	35	0,838			

C.V = 45,66 R-Square = 0,41 Mean = 0,28 Root MSE = 0,13

Análisis de varianza del manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	0,006	0,003	0,28	N.S
Error experimental	15	0,171	0,011		
Total	17	0,178			

C.V = 45,18 R-Square = 0,04 Mean = 0,24 Root MSE = 0,11

Análisis de varianza de manganeso del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	0,267	0,133	6,19	*
Error experimental	15	0,323	0,021		
Total	17	0,589			

C.V = 45,05 R-Square = 0,45 Mean = 0,33 Root MSE = 0,15

Análisis de varianza de manganeso del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	0,071	0,071	3,16	N.S
Error experimental	34	0,767	0,023		
Total	35	0,838			

C.V = 53,08 R-Square = 0,08 Mean = 0,28 Root MSE = 0,15

Anexo XV.

Análisis de varianza para la evaluación de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado.

Análisis de varianza de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico y edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	10.887	5.444	3.46	N.S
Edad	1	1.075	1.075	0.68	N.S
Piso*Edad	2	14.712	7.356	4.68	*
Error experimental	12	18.872	1.573		
Total	17	45.546			

C.V = 8.9 R-Square = 0.59 Mean = 14.10 Root MSE = 1.25

Análisis de varianza de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles de 4 a 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
4 a 6 años	2	23.018	11.509	4.5	*
Error experimental	6	15.329	2.555		
Total	8	38.347			

C.V = 11.14 R-Square = 0.6 Mean = 14.34 Root MSE = 1.60

Análisis de varianza de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico en árboles mayores de 6 años.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
> 6 años	2	2.581	1.291	2.19	N.S
Error experimental	6	3.542	0.590		
Total	8	6.124			

C.V = 5.55 R-Square = 0.42 Mean = 13.85 Root MSE = 0.77

Análisis de varianza de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por piso ecológico.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Piso	2	10.887	5.444	2.36	N.S
Error experimental	15	34.659	2.311		
Total	17	45.546			

C.V = 10.87 R-Square =0.24 Mean = 14.10 Root MSE =1.52

Análisis de varianza de la capacidad antioxidativa del látex de sangre de grado por edad del árbol.

Fuente de variación	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Edad	1	1.075	1.075	0.39	N.S
Error experimental	16	44.471	2.779		
Total	17	45.546			

C.V = 11.83 R-Square =0.02 Mean = 14.10 Root MSE =1.67

Anexo XVI.

Lecturas de Absorbancia.

Lecturas de absorbancia del látex de sangre de grado a diferentes concentraciones.

n	DPPH		30 μ g/ml			20 μ g/ml			10 μ g/ml			5 μ g/ml		
	R	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
0	1.063	0.633	0.593	0.635	0.731	0.772	0.753	0.860	0.823	0.860	0.937	0.906	0.916	
1	1.060	0.353	0.336	0.396	0.549	0.565	0.552	0.802	0.717	0.753	0.862	0.873	0.859	
2	1.058	0.306	0.297	0.340	0.510	0.524	0.512	0.763	0.709	0.733	0.867	0.863	0.852	
3	1.055	0.276	0.271	0.307	0.489	0.500	0.492	0.753	0.717	0.726	0.862	0.855	0.857	
4	1.054	0.256	0.251	0.279	0.474	0.486	0.486	0.749	0.715	0.715	0.859	0.850	0.849	
5	1.051	0.240	0.237	0.252	0.466	0.471	0.465	0.738	0.710	0.704	0.858	0.845	0.839	
6	1.051	0.227	0.226	0.232	0.458	0.460	0.454	0.729	0.706	0.696	0.855	0.842	0.837	
7	1.050	0.217	0.216	0.214	0.451	0.452	0.443	0.723	0.701	0.689	0.853	0.838	0.833	
8	1.049	0.209	0.207	0.202	0.447	0.444	0.435	0.717	0.697	0.683	0.849	0.834	0.832	
9	1.049	0.200	0.199	0.191	0.440	0.437	0.421	0.712	0.693	0.677	0.847	0.832	0.828	
10	1.048	0.195	0.192	0.183	0.435	0.430	0.414	0.708	0.690	0.672	0.844	0.830	0.827	
11	1.046	0.191	0.186	0.176	0.429	0.425	0.409	0.703	0.688	0.669	0.842	0.828	0.824	
12	1.047	0.187	0.180	0.169	0.425	0.419	0.403	0.701	0.684	0.664	0.840	0.825	0.822	
13	1.047	0.175	0.175	0.163	0.420	0.414	0.398	0.697	0.681	0.661	0.838	0.824	0.821	
14	1.045	0.171	0.171	0.157	0.415	0.410	0.394	0.695	0.678	0.657	0.836	0.823	0.818	
15	1.046	0.167	0.166	0.153	0.412	0.406	0.389	0.692	0.676	0.654	0.835	0.821	0.817	

Promedios de lecturas de absorbancia del látex de sangre de grado a diferentes concentraciones.

N	DPPH R	30µg/ml R1+R2+R3	20 µg/ml R1+R2+R3	10 µg/ml R1+R2+R3	5 µg/ml R1+R2+R3
0	1.063	0.620	0.752	0.848	0.920
1	1.060	0.362	0.555	0.757	0.865
2	1.058	0.314	0.515	0.735	0.861
3	1.055	0.285	0.494	0.732	0.858
4	1.054	0.262	0.482	0.726	0.853
5	1.051	0.243	0.467	0.717	0.847
6	1.051	0.228	0.457	0.710	0.845
7	1.050	0.216	0.449	0.704	0.841
8	1.049	0.206	0.442	0.699	0.838
9	1.049	0.197	0.433	0.694	0.836
10	1.048	0.190	0.426	0.690	0.834
11	1.046	0.184	0.421	0.687	0.831
12	1.047	0.179	0.416	0.683	0.829
13	1.047	0.171	0.411	0.680	0.828
14	1.045	0.166	0.406	0.677	0.826
15	1.046	0.162	0.402	0.674	0.824
PROMEDIO	1.051				
%INHIBICION		84.586	61.751	35.871	21.598

ANEXO XVII



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA

Facultad de Agronomía - Laboratorio del Análisis de Suelos
Av. Universitaria s/n Telf. (0.64) 562341 Anexo 283 Fax (064) 561156 Apto 156

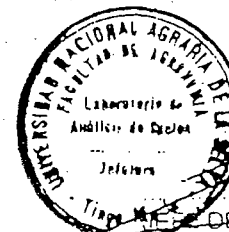
ANALISIS DE SUELOS

Procedencia.....Tingo María..... Solicitante: JAVIER PIZARRO URQUIA

SECTOR	ANALISIS MECANICO			CLASE TEXTURAL	pH	MATERIA ORGANICA %	NITROGENO %	P ppm	K2O	CACIONES me/100						
	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %							CAMBIABLES						
										Ca.	Mg.	Ca + Mg	K	Al + H	A...	ORCE
ASERRADERO					6.5	2.12	0.09			3.8	1.4		0.4			
PUMAHUASI					5.3	3.85	0.17			10.2	1.8		0.5	-		
DIVISORIA					4.3	3.2	0.14					4.1		1.8	11	59

OBSERVACIONES: Muestreado por el Técnico del Laboratorio de Suelos -UNAS

FECHA: TINGO MARIA, 25 DE MAYO DEL 2001



[Handwritten signature]

LABORATORIO DE SUELOS