

**“CORRELACION ENTRE CONTENIDO DE ACEITE,  
GLUCOSA Y PROTEINA CON EL GRADO DE OXIDACION DE  
Mauritia flexuosa L “AGUAJE”.**

**Littman Gonzales Rios**

Doctor por la Universidad de la Laguna. Profesor Principal de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

---

**RESUMEN**

Se estableció la biometría de los frutos de aguaje recolectados de la zona de Corrientillo y Zungarococha. Para tal efecto se eligieron al azar tres palmeras de aguaje, se limpió el área circundante a la palmera dentro de un diámetro de diez metros y se procedió a recolectar los frutos de cada racimo. En promedio los frutos presentaron una longitud de 6.5 cm y un diámetro de 3.3 cm. La coloración de la pulpa de los aguajes procedente de las tres palmeras fueron de un amarillo intenso, muy estable en cuanto a la oxidación. Se determinó el contenido de proteína total, lípidos totales, proteína soluble y azúcares reductores en la forma de glucosa, en los aguajes recolectados en la zona de Corrientillo y Zungarococha, así tenemos en promedio 6.66% de proteína total, 30.00 % de grasa total, 9.50 µg/ml de proteína soluble y 3.50 µg/ml de glucosa. Asimismo, con la finalidad de comparar los resultados de proteína total, lípidos totales, proteína soluble y azúcares reductores en la forma de glucosa de plantas seleccionadas con las obtenidas del mercado de Belén de la Ciudad de Iquitos se adquirió frutos de aguaje los mismos que fueron analizados en el laboratorio. Se observó una correspondencia entre el contenido de proteína soluble y el contenido de glucosa. Este resultado nos permite deducir que a mayor contenido de glucosa y proteína soluble, es mayor el grado de oxidación de la pulpa. Asimismo se observa que las muestras que se oxidaron, presentaron mayor contenido de proteína soluble. Sin embargo el contenido de glucosa fue bajo y uniforme, lo que nos hace suponer que independientemente del contenido de glucosa, la que más influye en la oxidación de la pulpa de aguaje, es la proteína soluble.

**Palabras Claves:** *Mauritia flexuosa* L, Pardeamiento enzimático, Pardeamiento no enzimático, Azúcares reductores , Reacción de Maillard.

## ABSTRACT

∥∥

Established biometrics aguaje of the fruits collected from the area and Corrientillo Zungarococha. To this end three were randomly selected palms aguaje, cleaned the area around the palm tree with a diameter of ten meters and proceeded to collect the fruit in each cluster. In the fruits showed an average length of 6.5 cm and a diameter of 3.3 cm. The coloration of the pulp of the aguaje from three palms were a yellow, very stable with respect to oxidation. We determined the content of total protein, total fat, protein, soluble and reducing sugars as glucose, in aguaje harvested area and Corrientillo Zungarococha and have on average 6.66% of total protein, 30.00% of total fat, 9.50 g / ml of soluble protein and 3.50 mg / ml glucose. Also, with the purpose of comparing the results of total protein, total fat, protein, soluble and reducing sugars as glucose selected plants with those obtained from the market town of Bethlehem in Iquitos was acquired aguaje the same fruits that were analyzed in the laboratory. Showed a correlation between the content of soluble protein and sugar content. This result allows us to infer that a higher content of soluble protein and glucose, is greater the degree of oxidation of the pulp. It was also noted that the samples that were oxidized, had higher content of soluble protein. However the content of glucose was low and uniform, which makes us assume that regardless of the content of glucose, the most important influence on the oxidation of pulp aguaje, the protein is soluble.

**Keywords:** *Mauritia flexuosa* L. Pardeamiento enzyme. Pardeamiento no enzyme, reducing sugars, the Maillard reaction.

## INTRODUCCIÓN

Existe cierta dificultad para preservar el color y sabor de la pulpa de aguaje al estado fresco. Sin embargo, algunos ecotipos conservan relativamente su color original (amarillo encendido) cuando son almacenados a temperatura ambiente.

La formación de pigmentos pardos o negros en algunos alimentos es atribuido a una reacción denominada “Pardeamiento Enzimático” o a otra reacción denominada “Pardeamiento no Enzimático” o puede ser el resultado conjunto de ambas reacciones. Debido a que el cambio de color es más observable en productos que han sido sometidos a tratamiento térmico como los néctares, con temperaturas que inactivan las enzimas, ello indica que probablemente el mecanismo sea el pardeamiento no enzimático donde interviene un azúcar reductor como la glucosa y el grupo amino de los aminoácidos. Por otra parte, mediante observación propia se ha podido notar que las variedades que presentaban una capa elevada de aceite en el cuello de las botellas de néctar, conservaban mejor el color. Atribuyendo probablemente al efecto antioxidante de la Vitamina E liposoluble presente en grandes cantidades (80 a 100 mg/100 g) (Trevejo, 2003).

Los análisis de las imágenes satelitales indican que solamente en el Perú existen seis a ocho millones de hectáreas de “aguajales”, de los que alrededor de 2.15 millones de hectáreas lo constituyen “aguajales” puros (monoespecíficos) con una densidad superior a 450 plantas/ha. Este dato es importante para desarrollar cualquier programa de industrialización a pequeña escala contando únicamente con las existentes en los rodales naturales.

Varias empresas de la localidad han realizado intentos para emplear la pulpa en la preparación de néctar y de mermeladas o deshidratarlo para convertirlo en polvo, y se encontraron con cierta dificultad para mantener intacta sus características de color y sabor originales. Sin embargo, algunas variedades mantienen su color amarillo brillante cuando están en forma de pulpa y en sus derivados en conserva, durante largos periodos de almacenamiento a temperatura ambiente.

El industrial requiere de pruebas más objetivas para asegurar el éxito de una producción. Esto, para el caso específico del aguaje sólo es posible mediante el análisis de ciertos componentes de la fruta y correlacionarlos con la oxidación.

## MATERIALES Y METODOS

### 1.1. Determinación de Proteínas por el método de Bradford

#### a) Preparación del reactivo de Bradford

Se disolvió 100 mg de Azul Brillante Coomassie G-250 en 50 ml de etanol al 95%. A esta solución se añadió 100 ml al 85% (p/v) de ácido fosfórico. La solución resultante se diluyó hasta un volumen final de 1L. Este volumen final (1L) se diluyó con cuatro volúmenes de agua destilada, filtrada a través de papel Whatman N° 1 y se conservó en una botella cerrada de vidrio opaco a temperatura ambiente.

#### b) Preparación de la Proteína Standard

Se empleó albúmina Bovina al 22% (Newmarkt laboratorios Ltd. Cb. 7PN UK). La preparación de las diluciones para alcanzar concentraciones comprendidas entre 10 y 100 µg.

#### c) Ensayo de la Proteína ( Método Standard )

La solución de proteínas conteniendo de 10 a 100 µg de proteína en un volumen de hasta 0.1 ml fue pipeteado a un tubo de ensayo de 12 x 100 mm. El volumen en el tubo de ensayo fue ajustado a 0.1 ml con el tampón apropiado. Se añadió 5 ml de reactivo de Bradford al tubo de ensayo y el contenido fue mezclado en vortex. La absorbancia fue medida a 595 nm en el lapso comprendido entre 2 minutos y antes de 1 hora, en cubetas de 3 ml, contra un blanco preparado con 0.1 ml de tampón apropiado y 5 ml de reactivo de Bradford.

### 2.3. Método del ácido Dinitrosalicílico (DNS) para la estimación azúcares reductores

#### a) Preparación del reactivo 3,5 DNS

Se pesó 2 g de hidróxido de sodio y se enrasó a 100 ml con agua destilada (solución 2 % p/v). A esta solución se añadió 2 g de ácido 3,5 Dinitrosalicílico (3,5 DNS) con agitación constante. Seguidamente se agregó 40 g de sal de Rochelle (tartrato sódico potasio tetrahidratado), 0.4 g de fenol y 0.1 g de sulfito de sodio (sodium sulfite). Se continuó agitando hasta su disolución total. Toda esta mezcla fue enrasada a 200 ml con agua destilada.

#### b) Preparación del tampón McIlvaine, 0.1 M, pH 5

Pesar 2.548 g de  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$  (ácido cítrico monohidratado) y 3.656 g de  $Na_2HPO_4$  (Fosfato disódico) y enrasar a 250 ml con agua destilada con agitación constante hasta disolución total.

#### c) Curva de la glucosa Standard

Pesar 0.6 g de glucosa Estándar y diluir en tampón McIlvaine, pH 5.0 hasta completar 100 ml, luego seguir los pasos del esquema siguiente:

A cada uno de los cinco tubos se añadió 0.5 ml de la solución de glucosa Standard en concentraciones crecientes de 0.1 mg (100 µg) hasta 3 mg (3000 µg). Luego se adicionó 1 ml de tampón McIlvaine. Seguidamente 3 ml de DNS. La mezcla fue hervida durante 5 min, se enfrió y se añadió 20 ml de agua destilada, se agitó por inversión del tubo. Después de reposar 20 min se realizaron las lecturas a 540 nm.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Datos biométricos de los frutos de aguaje recolectados de la zona de Corrientillo y Zungarococha.

Se estableció la biometría de los frutos de aguaje recolectados de la zona de Corrientillo y Zungarococha. Para tal efecto se eligieron al azar tres palmeras de aguaje, se limpió el área circundante a la palmera dentro de un diámetro de cinco metros y se procedió a recolectar los frutos de cada racimo. En promedio los frutos presentaron una longitud de 6.5 cm y un diámetro de 3.3 cm (Tabla 1).

**Tabla N° 1. Longitud y diámetro de los frutos de aguaje recolectados de la palmera N° 1.**

N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)
1	6.5	3.4	35	6.7	3.6
2	6.5	3.32	36	6.3	3.59
3	6.6	3.5	37	6.3	3.45
4	5.91	3.45	38	6.15	3.4
5	6.3	3.4	39	6.15	3.45
6	6.2	3.31	40	6.4	3.3
7	6.58	3.51	41	6.5	3.5
8	5.82	3.32	42	5.75	3.2
9	6.51	3.49	43	6.85	3.4
10	5.9	3.2	44	5.8	3.1
11	6.49	3.5	45	6.5	3.5
12	6.7	3.6	46	6.2	3.33
13	6.0	3.4	47	6.8	3.49
14	6.1	3.2	48	6.6	3.5
15	6.5	3.5	49	6.1	3.31
16	6.0	3.4	50	6.2	3.4
17	6.4	3.2	51	6.1	3.4
18	5.72	3.35	52	5.95	3.35
19	6.1	3.3	53	6.3	3.5
20	5.9	3.4	54	6.4	3.5
21	6.19	3.3	55	7.1	3.4
22	6.35	3.45	56	5.4	3.3
23	6.05	3.4	57	5.7	3.2
24	6.3	3.5	58	6.3	3.5
25	6.2	3.4	59	6.25	3.5
26	6.1	3.3	60	5.85	3.4
27	5.6	3.15	61	6.35	3.61
28	6.2	3.35	62	6.3	3.52
29	6.28	3.45	63	6.65	3.5
30	5.7	3.15	64	6.4	3.4

31	6.38	3.49	65	6.4	3.4
32	6.3	3.4	66	6.25	3.35
33	6.3	3.35	67	6.3	3.5
34	5.99	3.38	68	6.0	3.2

La palmera N° 2 presentó frutos más pequeños que en promedio alcanzó 5.8 cm de largo y 3.5 cm de diámetro. Los frutos de esta palmera fueron globosos o redondeados a diferencias de la palmera 1 y 3 que fueron más alargadas (Tabla N° 2).

**Tabla N° 2. Longitud y diámetro de los frutos de aguaje recolectados de la palmera N° 2.**

N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)
1	6.0	3.9	21	5.2	3.9
2	5.6	3.8	22	5.8	3.8
3	5.0	3.7	23	6.2	3.6
4	5.0	3.5	24	6.2	3.4
5	5.7	3.5	25	6.2	3.8
6	5.6	3.6	26	5.2	3.7
7	5.6	3.5	27	5.4	3.5
8	6.1	4.2	28	5.7	3.7
9	5.4	3.6	29	5.6	3.8
10	4.9	3.5	30	5.4	4.0
11	5.7	3.6	31	5.9	3.6
12	5.9	3.5	32	5.4	3.4
13	4.6	3.4	33	4.6	3.9
14	5.6	3.6	34	5.4	3.6
15	5.8	3.8	35	5.2	3.2
16	4.3	3.3	36	5.8	3.3
17	4.9	3.7	37	5.8	3.8
18	5.1	3.8	38	5.4	3.9
19	4.7	3.1	39	5.2	4.0
20	5.4	3.5	40	6.0	3.5

Los frutos de la palmera N° 3 presentaron una longitud de 4.9 cm y un diámetro de 3.73 cm. La coloración de la pulpa de los agujes procedente de las tres palmeras fueron de un amarillo intenso, muy estable en cuanto a la oxidación.

**Tabla N° 3. Longitud y diámetro de los frutos de aguaje recolectados de la palmera N° 3.**

N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)	N°	LARGO (cm)	DIAMETRO (cm)
1	5.10	3.70	28	4.30	3.20
2	4.80	3.50	29	5.30	3.80
3	5.20	3.90	30	4.90	3.70
4	3.70	3.30	31	4.80	3.50
5	4.80	3.80	32	5.00	3.80
6	5.00	3.60	33	5.00	4.00
7	4.90	3.80	34	5.00	3.70
8	5.00	3.80	35	5.20	3.70
9	5.10	3.70	36	4.90	3.80
10	5.30	3.80	37	4.80	3.60
11	4.80	3.70	38	5.30	3.80
12	5.30	3.90	39	4.90	3.40
13	5.20	3.90	40	5.20	3.90
14	5.20	3.90	41	4.60	3.70
15	4.90	3.50	42	4.90	3.60
16	4.60	3.90	43	5.20	3.80
17	5.00	3.50	44	5.20	3.80
18	4.70	3.30	45	4.40	4.00
19	4.60	3.60	46	5.00	3.20
20	5.00	3.60	47	4.90	3.60
21	5.00	3.70	48	5.20	4.00
22	5.70	3.30	49	4.70	3.70
23	4.80	3.70	50	5.10	3.80
24	4.80	3.50	51	5.00	3.90
25	4.70	3.50	52	4.60	3.30
26	5.00	3.80	53	5.10	3.80
27	4.00	3.50	54	4.70	3.30

**6.2. Contenido total de proteína, lípidos, proteína soluble y glucosa de los frutos de aguaje recolectados de Corrientillo y Zungarococha.**

Se determinó el contenido de proteína total, lípidos totales, proteína soluble y azúcares reductores en la forma de glucosa, a los aguajes recolectados en la zona de Corrientillo y Zungarococha, dando los siguientes resultados (Tabla 4).

**Tabla N° 4. Contenido de glucosa, proteína soluble, proteína total y grasa de frutos de aguaje recolectados de la zona de Zungarococha y Corrientillo. El resultado es el promedio de tres repeticiones**

N° DE PALMERA	Proteína total (%)	Grasa total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Glucosa (µg/ml)
1	6.13	29.85	11.7317	3.178
2	6.66	31.37	6.3659	4.929
3	6.91	31.38	8.5609	1.681

Como el objetivo del proyecto fue correlacionar el contenido de lípidos, glucosa y proteína con el grado de oxidación de la pulpa de aguaje, se adquirió frutos de aguaje del mercado de Belén de la Ciudad de Iquitos. Los aguajes fueron extraídos de diferentes lotes o sacos. Una vez llegados al laboratorio se procedió a seleccionar de acuerdo al color de la pulpa es decir desde marrón claro hasta amarillo rojizo pasando por el amarillo intenso. Los resultados se pueden apreciar en la Tabla 5. Se observa una correspondencia entre el contenido de proteína. Este resultado nos permite deducir que a mayor contenido de glucosa y proteína soluble, es mayor el grado de oxidación de la pulpa y lípidos con el grado de oxidación de la pulpa de aguaje.

**Tabla N° 5. Contenido de glucosa y proteína soluble en muestra húmeda de aguajes adquiridos en el mercado Belén.**

Muestra	Color	Glucosa (µg/ml)	Proteína soluble (µg/ml)
01	Amarillo rojizo	3.30	4.49
02		3.20	4.78
03		5.00	6.66
04		1.70	2.29
05	Amarillo intenso	3.88	4.78
06		4.06	6.24
07		6.64	2.29
08		1.67	0.97
09		5.91	2.34
10	Marrón claro	1.29	4.48
11		3.88	8.51
12		5.98	8.52
13		6.03	7.34
14	Marrón oscuro	8.2.6	9.17

Los resultados en muestra seca confirma nuestra hipótesis de que a mayor contenido de glucosa y proteína soluble, mayor es el grado de oxidación de la pulpa. En la tabla 6 se observa que las

muestras que se oxidaron, presentaron mayor contenido de proteína soluble. Sin embargo el contenido de glucosa fue bajo y uniforme, lo que nos hace suponer que independientemente del contenido de glucosa, la que más influye en la oxidación de la pulpa de aguaje, es la proteína soluble (Tabla 6).

**Tabla N° 6. Contenido de glucosa y proteína soluble en muestra seca de aguajes adquiridos en el mercado Belén.**

Muestra	Color	Glucosa (µg/ml)	Proteína soluble (µg/ml)
01	Amarillo rojizo	2.35	11.73
02		2.43	6.36
03		2.39	8.56
04		1.84	19.29
05	Amarillo intenso	2.19	11.12
06		2.39	12.58
07		2.67	21.48
08		2.72	138.19
09		2.44	138.56
10	Marrón claro	2.59	137.21
11		2.42	139.53
12		2.48	137.21
13		2.51	141.00
14	Marrón oscuro	2.38	138.56

Se obtuvieron muestras de aguaje de las cuencas de los ríos Napo y Tigre

**Tabla 7. Glucosa en muestra húmeda de aguajes de la cuenca del río Tigre**

Muestra	Glucosa soluble (µg/ml)
Tigre 1	13.03
Tigre 2	9.68
Tigre 3	13.16
Tigre 4	13.87
Tigre 5	11.37
Tigre 6	12.02

**Tabla 8. Glucosa en muestra húmeda de aguajes de la cuenca del río Napo**

Muestra	Glucosa soluble (µg/ml)
Napo 1	8.88
Napo 2	6.78
Napo 3	6.06
Napo 4	6.01
Napo 5	6.29
Napo 6	9.54

Napo 7	6.96
Napo 8	4.92
Napo 9	6.71
Napo 10	6.36

**Tabla 9. Proteína en muestra seca de aguajes de la cuenca del río Tigre**

Muestra	Proteína soluble (µg/ml)
Tigre 1	7.25
Tigre 2	1.91
Tigre 3	1.05
Tigre 4	31.56
Tigre 5	14.32
Tigre 6	58.81

**Tabla 10. Proteína en muestra seca de aguajes de la cuenca del río Napo**

Muestra	Proteína soluble (µg/ml)
Napo 1	5.15
Napo 2	15.18
Napo 3	2.94
Napo 4	7.25
Napo 5	16.56
Napo 6	0.87
Napo 7	3.81
Napo 8	9.32
Napo 9	3.63
Napo 10	12.60

**Tabla 11. Glucosa, proteína, proteína soluble y lípidos en muestra seca de aguajes de la cuenca del río Tigre**

Muestra	Glucosa (µg/ml)	Proteína total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Lípidos (%)
Tigre 1	16.00	6.82	7.56	47.15
Tigre 2	20.57	6.83	8.05	45.06
Tigre 3	18.15	5.95	8.12	51.79
Tigre 4	19.30	6.83	5.36	51.41
Tigre 5	15.91	6.13	6.92	48.62
Tigre 6	18.37	7.44	2.89	53.22

**Tabla 12. Glucosa, proteína total, proteína soluble y lípidos en muestra seca de aguajes de la cuenca del río Napo**

Muestra	Glucosa (µg/ml)	Proteína total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Lípidos (%)
Napo 1	17.24	6.48	8.69	51.02
Napo 2	19.01	6.56	6.84	5.40
Napo 3	16.63	5.69	7.95	51.12
Napo 4	14.45	6.30	7.56	51.36
Napo 5	14.19	6.30	6.72	49.04
Napo 6	14.78	6.48	8.14	46.71
Napo 7	17.72	6.56	7.87	48.33
Napo 8	13.31	7.09	7.37	45.58
Napo 9	16.14	6.13	7.89	48.78
Napo 10	16.32	6.21	7.08	48.39

Con la finalidad de estudiar la implicancia del contenido de glucosa, proteína y lípidos sobre el color de la pulpa, se adquirió pulpa de aguaje de los puestos del mercado Belén de Iquitos. Para tal efecto se seleccionó un pulpa clara (amarilla) y otra amarillo oscuro, los resultados se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla 13. Contenido de grasa total, proteína total, proteína soluble y glucosa de pulpa de aguaje adquirido en el mercado Belén.**

Muestra	Grasa Total (%)	Proteína Total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Glucosa (µg/ml)
M1 Pulpa amarillo claro	15.11	4.38	7.43	136.85
M2 Pulpa amarillo oscuro	16.77	4.11	2.98	135.06

Con la finalidad de estudiar los frutos de aguaje de la cuenca del río Mazán, nos constituimos hasta el Distrito del mismo nombre para recolectar los frutos de esa zona, los resultados están presentados en la siguiente tabla:

**Tabla 14. Aguajes verdes (muestra húmeda)**

Muestra	Grasa Total (%)	Proteína Total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Glucosa (µg/ml)
---------	-----------------	--------------------	--------------------------	-----------------

Aguaje chico	46.87	5.06	4.81	7.30
Aguaje grande	45.77	5.08	3.85	5.23

**Tabla 15. Aguajes verdes (muestra Seca)**

Muestra	Grasa Total (%)	Proteína Total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Glucosa (µg/ml)
Aguaje chico	46.00	6.75	11.87	20.87
Aguaje grande	46.70	6.53	10.06	21.75

**Tabla 16. Aguajes maduros (muestra húmeda)**

Muestra	Grasa Total (%)	Proteína Total (%)	Proteína soluble (µg/ml)	Glucosa (µg/ml)
Aguaje chico	5.21	3.59	7.69	6.34
Aguaje grande	3.13	2.71	13.29	6.43

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. TCA. Frutales y hortalizas promisorios de la amazonía. Tratado de Cooperación Amazónica. 1996.
2. TREVEJO CH. E. Avances de la Investigación en frutos oleaginosos de la Amazonía Peruana. 2003. 70-75.
3. CHEFTEL. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de Alimentos. (1976) 291-318.
4. Awad, M. A., de Jager, A., van der Plas, L. H. W., & van der Krol, A. R. (2001). Flavonoid and chlorogenic acid changes in skin of 'Elstar' and 'Jonagold' apples during development and ripening. *Scientia Horticulturae*, 90, 69-83.
5. Cao, G., Sofic, E., & Prior, R. L. (1996). Antioxidant capacity of tea and common vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 3426-3431.
6. Chen, S. H., Huang, T. C., Ho, C. T., & Tsai, P. J. (1998). Extraction, analysis and study on the volatiles in roselle tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1101-1105.
7. Dela, G., Or, E., Ovadia, R., Nissim-Levi, A., Weiss, D., & Oren-Shamir, M. (2003). Changes in anthocyanin concentration and composition in 'Jaguar' rose flowers due to transient high-temperature conditions. *Plant Science*, 164, 333-340.

8. Kalt, W., McDonald, J. E., & Donner, H. (2000). Anthocyanins, phenolics and antioxidant capacity of processed lowbush blueberry products. *Journal of Food Science*, 65(3), 390–393.
9. Meyer, A. S., Yi, O. S., Pearson, D. A., Waterhouse, A. L., & Frankel, E. N. (1997). Inhibition of human low-density lipoprotein oxidation in relation to composition of phenolic antioxidants in grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 1050–1638.
10. Nii, N., Watanabe, T., Yamaguchi, K., & Nishimura, M. (1995). Changes of anatomical features, photosynthesis and ribulose biphosphate carboxylase-oxygenase content of mango leaves. *Annals of Botany*, 76, 649–656.
11. Prior, R. L., Cao, G., Martin, A., Sofic, E., McEwen, J., O'Brien, C., et al. (1998). Antioxidant capacity as influenced by total phenolics and anthocyanin content, maturity and variety of vaccinium species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 26, 2686–2693.
12. Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends in Plant Science*, 2, 152–159.
13. Rozema, J., Björn, L. O., Bormann, J. F., Gabersčík, A., Häder, D. P., Tröst, T., et al. (2002). The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems-an experimental and functional analysis of the