

LA RADIACION ULTRAVIOLETA Y EL INDICE DE RADIACION ULTRAVIOLETA (IUV)

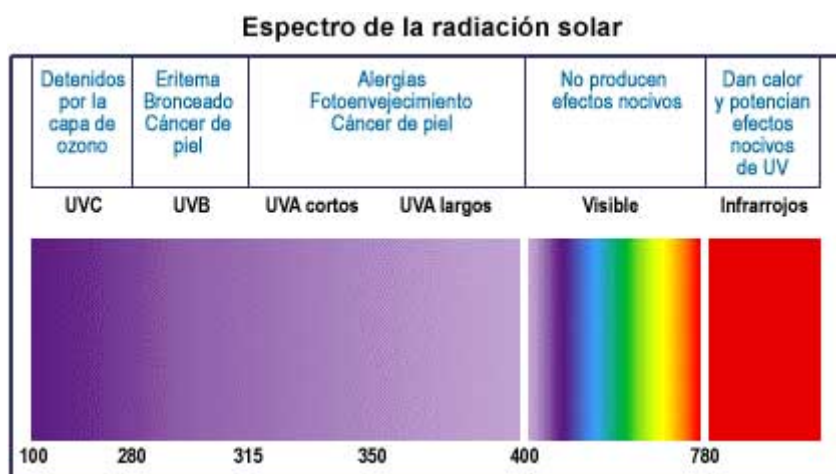
Por: Lic. Carlos Humberto Salazar
Dirección General de Patrimonio Natural

En 1801, el farmacéutico Johann Wilhelm descubrió que el sol, además de la luz visible emitía otro tipo de radiación de longitud más corta que el azul y violeta y que por estar más allá del color violeta le denominó “Rayos Químicos” y posteriormente fue conocida como radiación ultravioleta (UV).

La radiación ultravioleta es indispensable para la vida, pues es catalizadora de vitaminas y de contribuir a la fijación del calcio en los huesos y en el tratamiento de ciertas enfermedades de la piel como el caso de la psoriasis, por lo que es importante de tomar el sol siempre bajo prescripción médica.

La región de la UV, procedente del sol, comprende el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nanómetros (nm) y se divide en tres bandas: UVA (315 – 400 nm), UVB (280 – 315 nm) y UVC (100 – 250 nm), ver Figura No.1. La radiación solar al penetrar la atmósfera terrestre, el ozono, el vapor de agua, el oxígeno y el dióxido de carbono absorben toda la radiación UVC y casi el 90% de la UVB, pero en menor medida a la UVA. Por lo tanto, la radiación UV, que llega a la superficie terrestre es en su mayor parte son rayos UVA, con aproximadamente 10% de UVB, siendo esta última la que produce daño en la piel agravado por el agujero de ozono que se produce en los polos del planeta y con mayor énfasis en la Antártida.

Figura No.1. Espectro electromagnético de la radiación procedente del sol.



Se ha responsabilizado este fenómeno del agujero, al aumento de la concentración de cloro y de bromo en la estratosfera debido a las emisiones antropogénicas de compuestos químicos, entre los que destacan los compuestos clorofluorocarbonados (CFC) utilizados como fluido refrigerante.

La preocupación general del deterioro de la capa de ozono y es que se ha convertido en una amenaza para los ecosistemas existentes tanto de carácter acuático como terrestres y los seres humano; cuyas consecuencias en estos últimos, es el incremento de la incidencia de cáncer de la piel, daños a los ojos y afectación del sistema inmunológico y más evidentes en las personas cuyas actividades están estrechamente relacionadas a la exposición solar. Todo lo antes mencionado ha conducido a diferentes organismos de carácter mundial a formular el Índice Solar Mundial (IUV).

Los organismos encargado de elaborar este Índice, fueron: la Organización Mundial de la Salud (OMS), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Comisión Internacional sobre Protección contra la Radiación no Ionizante (ICNIRP) y la Oficina Federal para la Protección contra la Radiación (Bundesamt für Strahlenschutz, BfS).

El Índice de Radiación Ultravioleta (IUV) y su aplicación.

El Índice de Radiación Ultravioleta (IUV), consiste en una medida sencilla de la Intensidad de la radiación UV, contenido en una guía práctica destinada a ser usada por las autoridades nacionales y locales y ONG que ejecutan actividades de prevención del cáncer de la piel, así como los servicios meteorológicos y los medio de comunicación involucrados en la información sobre el IUV. Este Índice Ultravioleta (IUV) oscila en una escala de 0 a 16.0, posee cinco rangos y se hace el mayor énfasis en los valores máximos. En Cuadro No.1, se observa los rangos, colores, disposiciones de protección y riesgo de exposición a la radiación solar directa, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos internacionales

Cuadro No.1. Grados del Índice de UV, recomendaciones y nivel de riesgo (Según la OMS)

IUV	0	1	2	3	4	5	6	7	9	10+
	Bajo			Moderado		Alto		Muy Alto		Extremo
Color	verde			amarillo		Naranja		Rojo		Morado
Protección	No			Si. Necesidad de sombra. Usar camisa, crema de protección solar y sombrero				Si, en forma extra. Necesidad de sombra. Imprescindible el uso de camisa, crema de protección solar y sombrero		
Riesgo	Sin riesgo			Horas centrales del día				No salir a las horas centrales del día		

El IUV describe la capacidad de la radiación ultravioleta de producir eritemas o quemaduras en la piel y se presenta en colores que van desde el verde hasta el morado. Este índice se originó al comprobarse que la dosis efectiva acumulada durante un período de tiempo de una hora en un metro cuadrado de piel humana, varía entre 0 y 1500 joules y de

esta experiencia, para expresarlo en forma más sencilla, se acordó internacionalmente asignarle el número “1” a 100 Joules/m²/hora, “2” a 200 Joule/m²/hora, así sucesivamente hasta llegar al índice de 16.0 que corresponde al tope de la escala.

El IUV es una herramienta educativa que se usa para informar a la población acerca de la protección solar y los riesgos de la radiación UV para la salud y para cambiar la actitud y la conducta de las personas respecto a la exposición a esta clase de radiación. Debe estar dirigido fundamentalmente a los sectores de la población vulnerable y con alta probabilidad de exposición, como los niños y los turistas y servir de medio de comunicación a los pobladores respecto a los diversos efectos de la UV sobre la salud, tales como quemaduras solares, cáncer y envejecimiento de la piel y alteraciones oculares y del sistema inmunológico.

La forma práctica de usar el IUV, es conocer el comportamiento de nuestra piel a la acción del sol, es decir lo que se ha dado en llamar fototipo y que aparece en el Cuadro No.2.

Cuadro No.2. Guía de clasificación de tipo de piel y la incidencia de la UV.

FOTOTIPO CUTANEO	SE QUEMA TRAS LA EXPOSICION AL SOL	SE BRONCEA TRAS LA EXPOSICION AL SOL	COLOR DEL PELO, PIEL, OJOS
I.	Siempre	Raramente	Rojizo, muy blanca, azules
II.	Habitualmente	Algunas veces	Rubio, blanca, azules/verdes
III.	Algunas veces	Habitualmente	Castaño, blanca, grises/oscuros
IV.	Raramente	Siempre	Negro, morena, oscuros
V.	Raramente	Rápidamente	Negro, morena oscura, oscuros
VI	No se quema	Profundamente	Negro, negra, oscuros

Un ejemplo del Cuadro No.2; sería una persona de pelo rubio y con ojos verdes, pertenece a fototipo II; si se expone al sol puede habitualmente sufrir quemaduras y algunas veces broncearse.

Si combinamos el ejemplo con el Cuadro No.3; esta persona puede exponerse al sol sin protección si el IUV es “Baja”, es decir color verde y que se encuentre entre 0 y 2.0; desde tiempo indefinido a 56 minutos. Por el contrario si es “Extrema”; color violeta, el tiempo se limita de 10 a 8 minutos.

Cuadro No.3. Tiempo máximo recomendado de exposición en minutos a la radiación solar, de acuerdo al tipo de piel.

Si la UV es:	Y el IUV está en:	Según el tipo de piel, el tiempo máximo de exposición en minutos sin protección es:					
		Muy clara	Clara	Morena clara	Morena oscura	Oscura	Muy oscura
Baja	0	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido	Indefinido
	1	112	140	175	219	274	342
	2	56	70	88	109	137	171
Moderada	3	37	47	58	73	91	144
	4	28	35	44	55	68	86
	5	22	28	35	44	55	68
Alta	6	19	23	29	37	47	57
	7	16	20	25	31	39	49
Muy alta	8	14	18	22	27	34	42
	9	12	16	19	24	30	38
	10	11	14	18	22	27	34
Extrema	11	10	13	16	20	25	31
	12	9	12	15	18	23	29
	13	9	11	14	17	21	26
	14	8	10	13	16	20	24
	15	8	9	12	15	18	23

Fuente: Sistema de Monitoreo de Calidad de Aire (SIMAT), México.

Impacto de la Radiación Ultravioleta en los seres vivos

La radiación ultravioleta afecta a los organismos acuáticos, de carácter más significativo al fitoplancton, que constituye el primer eslabón de la cadena alimenticia, ocasionando una disminución de la fotosíntesis, por ende disminuye el zooplancton pues el fitoplancton constituye su alimento, que a su vez tiene consecuencias inmediatas en el resto de poblaciones que habitan los importantes cuerpos de agua. En las plantas la UV impacta el crecimiento pues reduce el área foliar con la consecuencia de disminuir la capacidad de aprovechar la radiación para realizar fotosíntesis.

En los humanos, la exposición a la UV acelera en los ojos el apareamiento de cataratas y pterigionos y producir ceguera. En la piel puede producir reacciones agudas y crónicas; las primeras aparecen de inmediato y por lo general son de corta duración, entre las que pueden mencionarse quemaduras y el bronceado y las segundas se manifiestan de manera lenta y paulatina y son de larga duración, tales como el envejecimiento prematuro y el cáncer de la piel.

Radiación Ultravioleta en el Municipio de La Reina, Departamento de Chalatenango.

A partir del 1 de febrero de 2009 al 31 de enero de 2010, se realizó una investigación denominada “Estudio microclimático de un bosque natural asociación pino-roble” en el Cantón Tilapa, Municipio de La Reina, Departamento de Chalatenango, localizado a una altura de 896 metros sobre el nivel del mar. Las mediciones fueron realizadas mediante una estación meteorológica automática (Figura No.2).

Figura No. 2. Estación meteorológica automática, utilizada en el estudio microclimático.



El objetivo fue analizar el comportamiento de varios parámetros meteorológicos en forma horaria dentro y fuera de un bosque natural, la novedad fue la inclusión de la radiación ultravioleta en un estudio de bosques en El Salvador. Los resultados de dosis de radiación ultravioleta horaria Máxima, medidos fuera del bosque son mostrados en la Tabla No.1 y

corresponden a la recibida por la población del Municipio de La Reina en el transcurso de un año, de febrero de 2009 a enero de 2010.

Tabla No.1. Dosis de IUV Máxima horaria recibidas a lo largo de un año por la población del Municipio de La Reina, Departamento de Chalatenango. Los colores corresponden a los Grados del Índice de UV del Cuadro No.1.

Mes	Hora													Valor Superior	Hora de ocurrencia
	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00		
Febrero	0,0	0,0	1,3	4,5	8,6	12,5	14,7	14,5	13,8	10,5	5,8	2,0	0,0	14,7	12:00
Marzo	0,0	0,0	1,6	4,9	8,9	12,1	15,8	16,0	13,2	9,5	5,1	1,8	0,0	16,0	13:00
Abril	0,0	0,0	2,1	5,6	10,1	12,5	14,1	13,6	11,6	8,4	4,7	1,5	0,0	14,1	12:00
Mayo	0,0	0,0	2,2	6,0	9,7	12,5	13,6	13,2	11,6	9,2	4,5	1,3	0,0	13,6	12:00
Junio	0,0	0,0	2,2	5,5	9,7	12,4	12,9	13,8	11,2	8,0	4,5	1,6	0,0	13,8	13:00
Julio	0,0	0,0	1,6	4,8	8,7	11,6	12,6	12,6	11,3	8,1	3,9	1,4	0,0	12,6	12:00;13:00
Agosto	0,0	1,8	2,0	5,2	9,4	14,8	13,8	16,0	12,0	8,8	4,7	4,0	0,7	16,0	13:00
Septiembre	0,0	0,0	4,4	5,0	9,6	16,0	14,0	13,8	11,7	8,2	5,0	0,9	0,0	16,0	11:00
Octubre	0,0	0,8	2,1	4,9	8,5	11,6	12,4	12,0	9,5	6,3	3,6	2,5	0,0	12,4	12:00
Noviembre	0,0	0,7	6,3	6,3	7,5	9,5	10,9	9,9	8,5	6,7	6,0	2,2	0,0	10,9	12:00
Diciembre	0,0	0,0	3,3	8,2	9,4	9,6	10,0	9,4	9,9	8,0	3,2	1,3	0,0	10,0	12:00
Enero	0,0	0,0	1,9	5,0	6,3	9,1	11,1	12,0	10,3	7,1	5,9	2,4	0,0	12,0	13:00

En base al Cuadro No.1; la Tabla No.1; muestra que el rango “Bajo” (verde), fue observado de las 6:00 hasta las 8:00 horas y de 17:00 a las 18:00 horas, prácticamente en todos los meses del año que duró la medición. El “Moderado” (amarillo), a las 9:00 horas y de algunos meses como: enero, febrero, julio y octubre y 16:00 horas, de abril hasta agosto, octubre y diciembre.

El rango “Alto” (naranja); ocurrió a las 9:00 horas, de abril a junio, agosto, septiembre, noviembre y enero; a las 16:00 horas durante febrero, marzo, septiembre, noviembre y enero.

El “Muy Alto” (rojo) se registró a las 10:00 horas en la mayoría de los meses del año, exceptuando abril que el grado a esta hora paso a ser “Extremo” y enero que disminuyó a grado “Alto”. Este mismo grado fue encontrado a las 15:00 horas; en casi todos los meses, con excepción de febrero, que fue “Extremo”, octubre y noviembre “Alto”.

Finalmente, el rango “Extremo” (morado) en la mayoría de meses hizo presencia desde la 11:00 hasta las 14:00 horas; reduciéndose este período de 4 horas a tres horas en octubre y enero, una hora noviembre y diciembre (12:00 horas). Las horas durante el año en que la dosis de radiación ultravioleta osciló de “Muy Alto” a “Extremo” fueron en las horas centrales del día.

Estimación de la radiación ultravioleta para otros sitios de El Salvador.

La intensidad de la radiación UV, depende de la altura del sol, es decir, entre más alto este el sol en el cielo, mayor es la dosis recibida de UV y está en relación a la hora del día y la época del año. En La Reina, el grado “Extremo”, se presentó desde las 11:00 a las 14:00 horas, de febrero a septiembre. También; influye la latitud, más cerca del ecuador, más intensidad de UV. La nubosidad; la dosis de UV es mayor, en ausencia de de nubes. La concentración de ozono, pues este absorbe parte de la UV. Así también; el suelo puede reflejar o dispersar la UV, por ejemplo la arena seca de la playa refleja el 15% y la espuma del mar cerca del 25%.

La altitud es otro factor que influye en la intensidad de la radiación ultravioleta, ya que por cada 300 metros de incremento de altitud sobre el nivel del mar, la intensidad de la radiación UV aumenta en un 4%. Este parámetro o gradiente, es el que se ha utilizado para estimar la intensidad de UV Máxima recibida por la población de la 10:00 a las 15:00 horas, que vive en otros sitios del país, tales como Acajutla, San Salvador y Montecristo, tomando en cuentas sus alturas sobre el nivel del mar. La información básica para el cálculo ha sido, la IUV Máxima obtenida del Municipio de La Reina y el período de las 10:00 a las 15:00, se asumió debido a que son las horas que las mediciones ejecutadas, demostrado que son las de mayor intensidad de UV Máxima.

Acajutla

La situación posible para Acajutla, representativa de la costa, durante el tiempo de registro, es mostrada en la Tabla No.2.

Tabla No.2. IUV Máxima estimado para la ciudad de Acajutla, altura sobre el nivel del mar de 15 m.

Mes	hora					
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Febrero	7,8	11,4	13,4	13,2	12,6	9,6
Marzo	8,1	11,0	14,4	14,6	12,0	8,6
Abril	9,2	11,4	12,8	12,4	10,6	7,6
Mayo	8,8	11,4	12,4	12,0	10,6	8,4
Junio	8,8	11,3	11,7	12,6	10,2	7,3
Julio	7,9	10,6	11,5	11,5	10,3	7,4
Agosto	8,6	13,5	12,6	14,6	10,9	8,0
Septiembre	8,7	14,6	12,7	12,6	10,6	7,5
Octubre	7,7	10,6	11,3	10,9	8,6	5,7
Noviembre	6,8	8,6	9,9	9,0	7,7	6,1
Diciembre	8,6	8,7	9,1	8,6	9,0	7,3
Enero	5,7	8,3	10,1	10,9	9,4	6,5

En la ciudad de Acajutla, el grado “Alto” (naranja); se pudo haber observado a las 10:00 horas, de noviembre y enero y las 15:00 horas de octubre, noviembre y enero. El “Muy Alto” (rojo); a las 10:00 horas, de febrero a octubre y diciembre; a las 12:00 horas noviembre y diciembre, las 13:00 horas noviembre y diciembre; las 14:00 horas, de octubre a enero. El “Extremo” (morado); a las 11:00 horas, de febrero a octubre; medio día, de febrero a octubre y enero; en las 13:00, de febrero a octubre y de enero; a las 14:00 horas, de febrero a septiembre.

San Salvador

La Tabla No.3; estima las situación para la ciudad de San Salvador; representativa de un sitio de altura media. El grado “Alto” solo ocurrió en enero a las 10:00 horas y a las 15:00 horas en octubre, noviembre y enero. El “Muy Alto”; a las 10:00 horas, de febrero a diciembre; 11:00 horas, de febrero a noviembre; 12:00 horas, diciembre; 13:00 horas, noviembre y diciembre; 14:00 horas, de febrero a septiembre; 15:00 horas de marzo a septiembre y diciembre. El grado “Extremo”; a las 11:00 horas; de febrero a octubre; 12:00 horas, de febrero a noviembre y enero; 13:00 horas, de febrero a octubre; 14:00 horas, de febrero a septiembre y enero y para las 15:00 horas, únicamente febrero.

Tabla No.3. IUV Máxima estimado para la ciudad de San Salvador, altura sobre el nivel del mar de 710 m.

Mes	hora					
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Febrero	8,4	12,2	14,3	14,1	13,4	10,2
Marzo	8,7	11,8	15,4	15,6	12,9	9,3
Abril	9,8	12,2	13,7	13,2	11,3	8,2
Mayo	9,4	12,2	13,2	12,9	11,3	9,0
Junio	9,4	12,1	12,6	13,4	10,9	7,8
Julio	8,5	11,3	12,3	12,3	11,0	7,9
Agosto	9,2	14,4	13,4	15,6	11,7	8,6
Septiembre	9,4	15,6	13,6	13,4	11,4	8,0
Octubre	8,3	11,3	12,1	11,7	9,3	6,1
Noviembre	7,3	9,3	10,6	9,6	8,3	6,5
Diciembre	9,2	9,4	9,7	9,2	9,6	7,8
Enero	6,1	8,9	10,8	11,7	10,0	6,9

Montecristo

Si ascendemos hasta los 2230 metros de altitud, en la zona de Montecristo; el panorama estimado que se presentó durante el tiempo del estudio, puede observarse en la Tabla No.4.

Tabla No.4. IUV Máxima estimado para la una parte de la zona de Montecristo, altura sobre el nivel del mar de 2230 m.

Mes	hora					
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Febrero	10,1	14,8	17,3	17,1	16,3	12,4
Marzo	10,5	14,3	18,6	18,9	15,6	11,2
Abril	11,9	14,8	16,6	16,0	13,7	9,9
Mayo	11,4	14,8	16,0	15,6	13,7	10,9
Junio	11,4	14,6	15,2	16,3	13,2	9,4
Julio	10,3	13,7	14,9	14,9	13,3	9,6
Agosto	11,1	17,5	16,3	18,9	14,2	10,4
Septiembre	11,3	18,9	16,5	16,3	13,8	9,7
Octubre	10,0	13,7	14,6	14,2	11,2	7,4
Noviembre	8,9	11,2	12,9	11,7	10,0	7,9
Diciembre	11,1	11,3	11,8	11,1	11,7	9,4
Enero	7,4	10,7	13,1	14,2	12,2	8,4

El grado de dosis estimado de radiación ultravioleta recibido por la población local y los turistas que visitaron Montecristo entre las 10:00 a 15:00 horas fue “Muy Alto” y “Extremo”. El “Muy Alto” se registró a las 10:00 horas en los meses de noviembre y enero; a las 15:00 horas en abril, junio, julio y de septiembre a enero. El grado “Extremo”; se estima que se presentaría a las 10:00 horas, de febrero a octubre y diciembre; a las 11:00, 12:00, 13:00 y 14:00 horas, todo los meses y finalmente a la 15:00 horas; febrero, marzo, mayo y agosto.

En resumen, estos resultados que se ponderaron en el Municipio de La Reina, se convierten en una muestra cuantitativa de los niveles de UV que reciben los habitantes de esta localidad, donde las horas de mayor riesgo a sufrir daños por la UV, son de las 10:00 a las 15:00 horas, incrementándose en las horas centrales del día.

Este escenario de La Reina, también es aplicable a la zona costera, representada por Acajutla; zonas de altura media, San Salvador y de altura, Montecristo; lugares del país que adquieren importancia por el índice poblacional y de afluencia turística. Esta situación debe ser una alerta que deber tomada muy en cuenta por las autoridades y la población y motivar a continuar con las mediciones de la radiación ultravioleta y extenderlas a otros sitios de El Salvador.

Es importante, relacionar los resultados con estudios que involucren el tema de salud, principalmente con la incidencia de enfermedades de la piel y de los ojos y de esta forma tener argumentos que contribuyan a ejecutar acciones de advertencia, tanto a los habitantes como los turistas del riesgo que corren de no tomar las medidas adecuadas de protección,

cuando se expongan por diferentes razones o actividades a la incidencia de la radiación solar.

Recomendaciones para la protección de la Radiación Ultravioleta (Organización Mundial de la Salud)

1. No exponerse por tiempo prolongado durante las horas centrales del día, cuando los rayos del sol caen con mayor intensidad.
2. Trabaje lo más posible en áreas sombreadas, de no serle posible protéjase utilizando gorra o sombrero, lentes y protector solar.
3. Use artículos protectores como sombreros de ala ancha, gorras y ropa tejida y esta última debe cubrir la mayor parte del cuerpo.
4. Utilice lentes protectores que filtren los rayos UV; no mire directamente al sol.
5. Si desea o necesita exponerse al sol, es necesario que utilice una crema bloqueadora de rayos UV, al menos de un factor SPF (factor de protección solar) 15 o mayor, la cual debe aplicarse de 5 a 15 minutos antes de exponerse al sol y poner mayor atención a las zonas del cuerpo como la nariz, orejas, cuello y cualquier otra parte que no esté cubierta por la ropa.
6. No coloque a los bebés y niños frente al sol cuando se len indicaciones y cuando se encuentre trabajando, evite quedarse estático por mucho tiempo.
7. Para nuestra latitud las horas de menos riesgo para broncearse y realizar actividades en que se necesite estar al aire libre, debe de ser hasta las 9:00 horas y después de las 16:00 horas.
8. Si está ubicado cerca de un cuerpo de agua como piscina, río, lago o mar al aire libre, evite los reflejos solares del sol sobre el agua, la arena blanca y en general de superficies muy blancas.
9. Incluya en su dieta diaria una mayor cantidad de alimentos que contenga vitamina A, E y C (como por ejemplo: ingiera más líquido: jugos y agua natural.)

Referencias

Laboratorio de Física de la Atmósfera. 2003. Radiación Ultravioleta. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Organización Mundial de la Salud. 2003. Índice UV solar mundial. Guía práctica.

Salazar, C. 2010. Estudio microclimático de un bosque natural asociación pino-roble en el Municipio de La Reina, Departamento de Chalatenango. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador, C.A.