

CONSUMO HIDRICO Y DISTANCIA DE SIEMBRA OPTIMA EN PAPAYA HAWAIIANA PARA LA REGION CARIBE

Nelson Guzmán R.*

En El Caribe Colombiano, en especial en los departamentos del Magdalena y Cesar, los balances hídricos muestran un déficit aproximadamente de 1.000 mm año, haciéndose más crítico en la Guajira, con más de 2.000 mm año. El rendimiento promedio de las cuencas en estos tres departamentos es de 24.7 litros/seg/km², frente a 58 litros/seg/km² del promedio nacional, equivalente a una diferencia del 57%.

La papaya ha presentado en esta región del país buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas, incrementándose el área de siembra en los últimos años, pasando de 500 hectáreas en 1985 a más de 3.500 en 1995. Esta especie se potencializa como excelente alternativa de explotación agrícola, a pesar de que en la actualidad se generaliza su bajo nivel tecnológico en materia de irrigación, tal como el desconocimiento de las necesidades de agua y el factor de cultivo en diferentes etapas fisiológicas el empleo, en muy contadas ocasiones, de un método de riego, que resulta inadecuado dadas las condiciones texturales de suelo y escasos volúmenes disponibles de agua superficial.

El atractivo del cultivo radica en la posibilidad de cosechar y percibir ingresos semanalmente durante un período comprendido entre 12 y 18 meses, en promedio y, de otro lado, en su alta rentabilidad, pues en un ciclo de 24 meses, ésta puede llegar al 180%. El empleo de mano de obra se calcula en 220 jornales/ha/año. La rentabilidad de la especie es complementada con la alta demanda que tiene en el mercado internacional. Para 1992 se estimó una demanda en la Unión Europea de 7.500 toneladas con un precio de US 3.5/kg.

En la Costa Caribe, de las 3.500 hectáreas sembradas en papaya, sólo alrededor de unas 200 cuentan con riego por gravedad. Este sistema requiere, para un manejo técnico, una adecuación previa del terreno, la cual no se realiza con los consiguientes desperdicios de agua, baja uniformidad del riego e

incremento en los costos del mismo riego (mayores volúmenes de agua y mano de obra).

Este trabajo se efectuó con el propósito de determinar el consumo de agua del cultivo de la papaya en sus diferentes estadios fenológicos, al igual que evaluar su respuesta productiva ante los diferentes niveles de estrés hídrico y las distancias de siembra

RESULTADOS

Consumo de agua



Distribución adecuada de la humedad con riego por goteo en plantas jóvenes de papaya hawaiiana

La Tabla 1, condensa los parámetros importantes de riego para las diferentes etapas del cultivo; se aprecia cómo el consumo de agua por la planta y su factor de cultivo (Kc) disminuyen a medida que el coeficiente de agotamiento de humedad aprovechable en el suelo (Ca) se incrementa, ratificando la posición de Doorembos y Kassan (1988) cuando afirman que después de un riego la evapotranspiración se mantiene constante hasta cierto nivel de agotamiento de humedad disponible en el suelo, a partir del cual un descenso en la humedad disponible, provoca una disminución de la evapotranspiración.

* I.Agrícola. Programa Regional Agrícola. C.I. Caribia. Corpoica Regional 3.



El consumo de agua se incrementó a medida que avanzó la edad de la planta, obteniéndose, para un agotamiento de humedad del 35%, un consumo de 1.9 mm/día en el período de 1-65 días después de trasplante (ddtr), pasando a 3.2 mm/día en el período de 370-491 ddtr. Para seleccionar los valores de evapotranspiración del cultivo o lámina consumida

se consideró el tratamiento de riego Ca=35%, el cual obtuvo la mayor eficiencia de rendimiento (ER) y, además, produjo los más altos rendimientos, con frutos de buena calidad. Los volúmenes de agua consumida se cuantificaron con base en los tiempos de riego y los caudales del gotero obtenido en los áforos. (Tabla 2).

Tabla 1. Características hídricas de la papaya hawaiana en diferentes etapas del ciclo biológico. C.I. Caribia, 1996

Edad Planta (ddtr) *	Lámina Consumida (mm/día)			Factor de Cultivo (Kc)			Volumen Consumido (Litros/planta.día)		
	20% (1)	35%	50%	20%	35%	50%	20%	35%	50%
1 a 65	1,90	1,90	1,90	0,32	0,32	0,32	2,70	2,70	2,70
66 a 126	2,60	2,40	2,20	0,60	0,55	0,50	4,80	4,60	4,00
127 a 249	2,80	2,80	2,60	0,65	0,65	0,61	5,60	5,60	5,30
250 a 369	2,60	2,70	2,40	0,59	0,60	0,54	7,40	7,60	7,10
370 a 491	3,20	3,20	2,80	0,62	0,62	0,54	8,60	8,60	7,60
PROM.	2,60	2,60	2,40	0,56	0,55	0,50	5,80	5,80	5,30

ddtr : Días después del trasplante

1): Coeficiente de agotamiento de humedad aprovechable en el suelo

Tabla 2. Aplicación de riego y factor de cultivo de la papaya hawaiana en diferentes estadios fenológicos. C.I. Caribia.1996.

Edad Planta (ddtr)*	Lámina consumida (mm/día)	Factor de Cultivo (kc)	Volumen de Riego (lts/planta.día)	Estadio Fenológico
1-65	1.9	0.32	2.7	Crecimiento vegetativo, sombrío parcial del suelo.
66-126	2.4	0.55	4.6	Inicio floración.
127-249	2.8	0.65	5.6	Fructificación, inicio cosecha, sombrío total del suelo.
250-369	2.8	0.60	7.6	Inicio producción.
>370	3.2	0.62	8.6	Producción.

* ddtr : Días después del transplante.



Eficiencia en el uso del agua

Este aspecto se midió a través del parámetro denominado eficiencia de rendimiento (E.R. = kg fruto/m³ de agua consumido). Se encontraron valores de 6.6, 7.1 y 6.7 para los niveles de estrés del 20, 35 y 50%, respectivamente.

Rendimiento

El rendimiento del fruto tipo exportación, como se observa en la Tabla 3, presentó una alta respuesta al riego con un valor de 16.3 t/ha, en promedio, en contraste con las 10 t/ha obtenidas sin aplicación del riego, es decir, que se produjo una disminución del 33.5% en la producción. Entre los niveles de estrés, aplicando riego, no se detectó un efecto significativo. Considerando las distancias de siembra, la producción calidad exportación fue mayor en las distancias cortas, pasando de 17.6 t/ha con D1 = 1.5 x 1.6 m a 11.7 t/ha en la distancia de siembra mayor D3 = 2 x 2.5 m (tradicional para agricultores de la región).

El rendimiento calidad nacional, también mostró una fuerte relación al aplicar riego, con 37.4 t/ha, en promedio, comparándolo con 25.7 t/ha sin aplicación. En relación con las distancias de siembra, de nuevo se obtuvo una diferencia significativa entre la mayor y menor, con valores de 42.3 t/ha para D1 = 1.5 x 1.6 m y de tan sólo 27.5 t/ha para D3 = 2 x 2.5 m.

Altura de la Planta

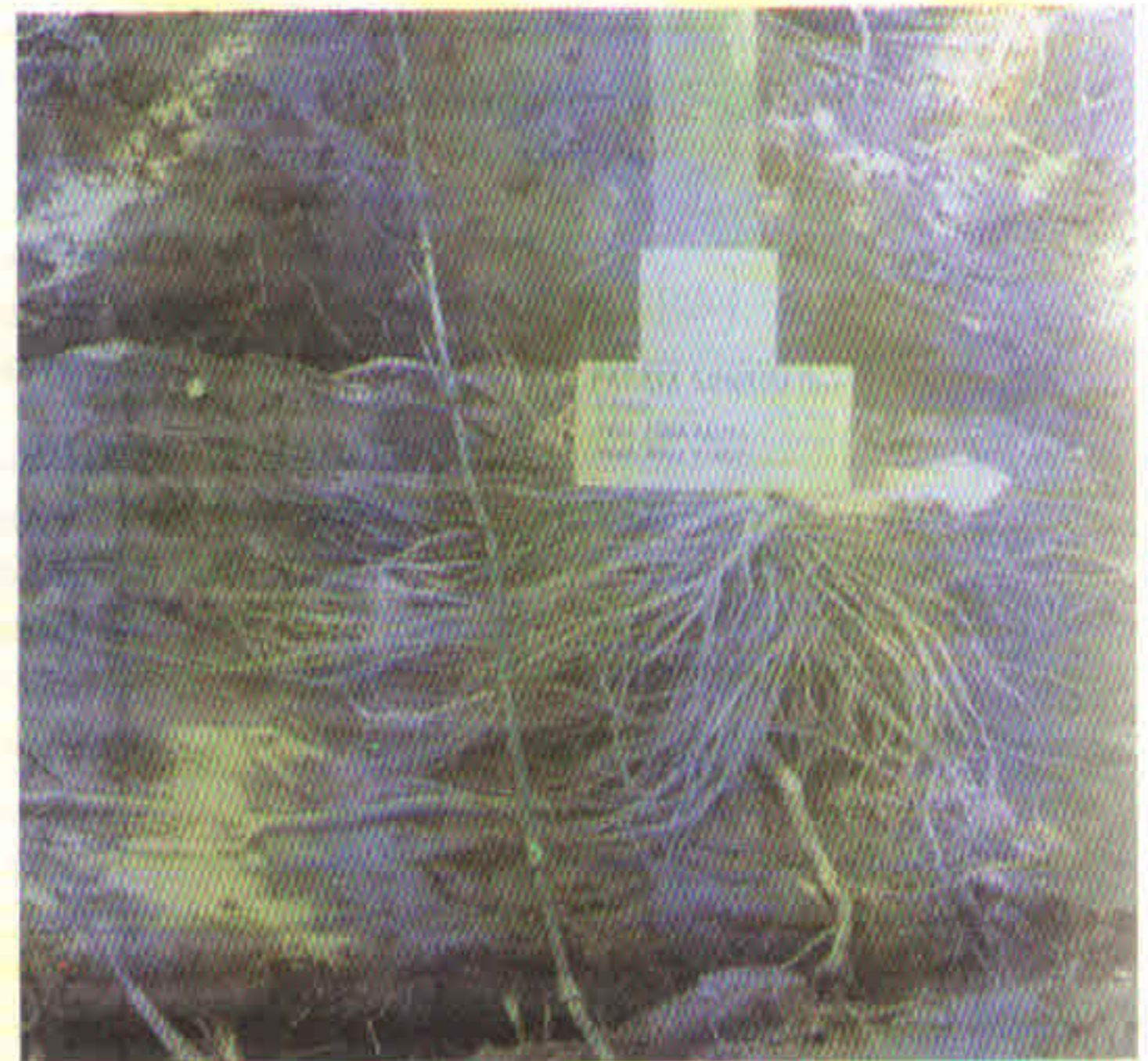
La altura de la planta se determinó a los 132 días después de trasplante (ddtr), 193 ddtr y 400 ddtr. En esta última, se encontró un promedio de 404 cm, aplicando riego, y de 366 centímetros cuando no se aplicó éste, mostrando en tal caso, un descenso en su ritmo de crecimiento y, por tanto, en la cantidad de frutos formados al ser sometida la planta a estrés hídrico prolongado. En relación con la incidencia de la distancia de siembra sobre la altura de la planta, se halló un valor superior en la menor distancia (1.5 x 1.6 metros) con 411 cm, en comparación con 385 para la distancia mayor (2 x 2.5 m). Es decir, que en los seis meses de cosecha se obtuvo una diferencia en altura de planta de sólo 26 centímetros. Esta situación puede ser aprovechada dentro de las estrategias de manejo del cultivo, lo cual se comentará más adelante.

Sistema Radical

En la ingeniería de riegos, es muy importante conocer la profundidad efectiva radical del cultivo, para poder calcular la lámina de riego que se va a aplicar, o en

otros términos, el volumen de agua requerido por la planta en determinado riego. A este respecto, se emprendió la exploración del sistema radical de la papaya en diversas etapas de desarrollo. El sistema radical de la papaya hawaiana es medianamente superficial, corroborando lo expuesto por Avilán (1986), con valores en plantas adultas y productivas de 163.3 cm en su extensión diametral, 30.5 cm para la profundidad de las raíces absorbentes y 75 cm para la raíz pivotante.

La evaluación de la profundidad a la cual se encontraba la capa de arena, arrojó en los diferentes sitios de muestreo un valor mínimo de 45 cm, por lo cual no se consideró como impedimento físico al desarrollo del sistema denso de raíces. A medida que crece la planta, el anclaje de ésta, en relación con la altura que va alcanzando, se hace menor, es decir, que se vuelve más susceptible al vuelco con el crecimiento, factor que más incide en los suelos favorables para su cultivo (franco-arenosos).



Distribución y profundidad de raíz de la papaya hawaiana en plantas adultas (310 días después del trasplante)

Costos

En el rubro de costos directos, marcan la diferencia, el agua, la fertilización edáfica, el riego (inversión equipo riego, energía eléctrica, operación y mantenimiento riego), la cosecha y poscosecha; se destaca la fertilización edáfica, que registra costos de \$187200, sin aplicación del riego y de \$32.200 con aplicación del mismo, debido a que en este último se aprovecha



la fertirrigación (aplicación de fertilizantes a través del riego) que baja los costos en la aplicación de fertilizantes en \$156.000/ha.

Los costos para producir un kilogramo mercadeable de fruta, hicieron evidente un valor superior al no contarse con riego (\$178/kg), mientras que cuando hubo riego, a pesar de incurrirse en inversión de equipos, el costo fue sensiblemente inferior (\$143/kg). La rentabilidad del cultivo se inclina hacia la tecnología del riego con un 194%, aunque el valor obtenido de 132% sin aplicar riego indica, que la papaya hawaiana es definitivamente una especie rentable que puede ser cultivada por pequeños agricultores, en zonas de precipitación irregular, y que no disponen de riego suplementario.

Merece destacarse el costo por efecto de herbicida, el cual se alcanza a duplicar en la distancia de siembra mayor (2 x 2.5 m) frente a la menor (1.5 x 1.6 m), con registros de \$288.000 y \$144.000/ha, respectivamente; esto se explica porque debido a las altas poblaciones de plantas, se presenta relativamente rápido, un sombrío natural que inhibe el crecimiento de las malezas.

De otro lado, el costo promedio para producir un kilogramo mercadeable de fruta, fue inferior en las altas densidades de siembra (\$142/kg para la distancia 1.5 x 1.6 m), constituyéndose en su valor más alto para la distancia mayor (2 x 2.5 m) con \$162/kg. La rentabilidad mostró un comportamiento similar al anterior rubro, con 194.3% para la distancia 1.5 x 1.6 m, pasando a 158.6% para la distancia de 2 x 2.5 m.

CONCLUSIONES

Para lograr los máximos rendimientos en papaya hawaiana, es importante suplir el déficit de agua recurriendo al riego, el cual se debe aplicar, cuando

se agote un 50% de la humedad aprovechable en el suelo, siendo 35% el agotamiento ideal. Si no se cuenta con el equipo de medición de humedad del suelo, se puede emplear el factor de cultivo:

- LR = $Kc \times Ev$
- LR = Lámina de riego mm/día
- Kc = Factor de cultivo
- Ev = Evaporación de tanque clase A.

El factor de cultivo y la humedad consumida por la planta, disminuyen a medida que el coeficiente de agotamiento de humedad aprovechable en el suelo se incrementa. Esto se debe a que la planta a medida que desciende la humedad disponible en el suelo, va cerrando los estomas para evitar su deshidratación, consumiendo por tanto menos humedad cuando el coeficiente de agotamiento es alto.

En términos generales, en la producción del cultivo, aplicando riego, se obtuvo un 22.1% para exportación, 51.3% para el comercio nacional y 26.6% de rechazo.

La producción total comercializable en t/ha, fue afectada en un 33.5% cuando no hubo riego, y demostró las bondades de la tecnología del riego por goteo, en la producción de papaya (7 meses de verano al año en la Costa Caribe, en promedio).

Los rangos amplios permisibles de estrés hídrico para la planta, sin perjuicio en el desarrollo y producción de ésta, permiten aprovechar más las lluvias que puedan ocurrir antes del siguiente riego, generando una disminución en costos de operación del equipo de riego y también ahorro de agua.

Cuando se maneja como criterio del momento de aplicación del riego, un nivel bajo de descenso de humedad en el suelo (por ejemplo $Ca = 20\%$ del agua aprovechable de la planta), puede suceder que, después de una jornada de riego, ocurra una precipitación que no pueda ser aprovechada en forma eficiente.



Cultivo de papaya hawaiana con riego por goteo. Se observa la buena carga de frutos y turgencia del follaje



En otros términos, si un cultivo permite frecuencias de riego bajas (cada 6 días), se tienen mayores posibilidades de aprovechar precipitaciones antes del siguiente riego, en comparación con las frecuencias diarias de riego.

El riego por goteo, se constituye en un factor de producción importante para el aumento de la productividad sostenible (ejerce un mayor control de malezas que, directamente baja las aplicaciones de herbicida) y la rentabilidad del cultivo de papaya hawaiana, generando un ahorro en el uso del agua cercano al 40% (5.500 m³/ha/año) en comparación con el riego por gravedad, que es el otro sistema utilizado en papaya.

- Las altas densidades y el riego aplicado, permitieron obtener una mayor productividad y rentabilidad.
- El peso del fruto presentó valores favorables en las menores densidades de siembra y riego aplicado.
- La tasa de crecimiento en profundidad del sistema denso de raíces y raíz pivotante es baja, comparativamente con la tasa de desarrollo del sistema denso radical en su cubrimiento radial, diámetro del tallo y altura de la planta, que son altos.

En la aplicación de los volúmenes de agua requeridos por planta, cuando se utiliza riego por goteo, es muy importante considerar que a cada planta le corresponde un número determinado de goteros (según la distancia entre plantas y entre goteros), por lo que en la etapa de crecimiento, todos los goteros no tendrán aporte efectivo de humedad a la planta, debido al escaso desarrollo del sistema radical. En virtud de lo anterior y con base en los resultados del muestreo de raíces se determinó que la aplicación de fertilizantes debe ser edáfica durante los 5 primeros

meses después del trasplante, pasando a la fertirrigación posteriormente (ahorro económico y de tiempo en la aplicación de fertilizantes solubles), pues ya la planta está en condiciones de aprovechar en gran medida, los nutrientes, debido a un mayor cubrimiento lateral de las raíces.

- En sentido práctico se encontró para los cálculos de la lámina de riego los siguientes valores de profundidad radical efectiva, en promedio:

De trasplante a inicio floración	:	15 cm
De inicio floración a primer año	:	20 cm
Mayor al primer año	:	25 cm

Es bien sabido, que una de las limitantes serias de la producción de papaya hawaiana en Colombia es la virosis, que puede acortar el ciclo productivo en ocho meses o más, reduciendo en forma notoria la productividad y la rentabilidad del cultivo. Para atacar este problema se puede utilizar, como una estrategia las altas densidades de siembra (poblaciones cercanas a 3.000 plantas/ha) que conllevan, como se demostró anteriormente a múltiples beneficios, entre los que se destacan, la disminución en los costos por control de maleza, que se traduce en menor aplicación de agroquímicos que favorecen la conservación del agroecosistema.

Igualmente se aumenta la productividad y la rentabilidad, se da un uso más eficiente a la tierra y, se incorpora al suelo una vez se destruye el cultivo, una mayor cantidad de materia orgánica, que ayuda a preservar y a mejorar las condiciones físicas del suelo. Como se recordará, las distancias cortas 1.5 x 1.6 m y 2 x 1.6 m, no provocan una altura de planta considerable con respecto a la tradicional (diferencia de 26 cm), de modo que se vaya a presentar una dificultad grande en la labor de cosecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AVILAN, L.; RENGIFO, C. 1986. El lechoso. Editorial América. Chacaito, Caracas, Venezuela. p 97-98.

DEPARTMENT OF PRIMARY INDUSTRIES. 1979. Papaws. district crop summary. 6 th edition. p 1-8.

DOOREMBOS, J.; PRUITT, W. 1990. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO. Riego y Drenaje, No. 24. Roma. p. 110-116.

GALLARDO, C. 1998. Necesidades hídricas de la papaya. En : Día de campo de frutales. Centro Nacional de Investigaciones Palmira. p. 205-211.

GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. 1986. Mamo. Informe agropecuario. Empresa de pesquisa agropecuaria de Minas Gerais. p. 8-10.

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1980. Frutales. Manual de asistencia técnica No. 4, Tomo II. Segunda Edición. Santafé de Bogotá. ICA.p. 251-285.

MARTINEZ, O. 1987. El cultivo de la papaya. En: Curso de frutales tropicales. Universidad Tecnológica del Magdalena. Santa Marta. p. 70-86.

PEREIRA, J. 1987. Cultivo de la papaya. En : Producción, manejo y exportación de frutas tropicales de América Latina. Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Editorial Presencia. Bogotá. p. 117-120.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO. 1987. Conjunto tecnológico para la producción de papaya. Estación Experimental Agrícola Río Piedras. Puerto Rico. p. 4-8.

Controle plagas y problemas en los pastos

FUMIGADORA

TRACTO CALIMAX



*¡Rápida
y Eficaz!*



Para las praderas tecnificadas, la fumigadora para tractor, **TRACTO CALIMAX**, significa muchas ventajas en la aplicación de Agroquímicos por su mayor cubrimiento en la aspersion y rendimiento en el área, además economía de producto y efectividad.

Rapidez en el control de plagas y fácil aplicación de Fertilizantes y Herbicidas en potreros.

TRACTO CALIMAX con servicio de repuestos y mantenimiento efectivo en todo el país.

Producto:

 **COLINAGRO S.A.**
Revitaliza la Agricultura

Autopista Sur Km. 4 Conmutador: 719 7200 - 719 7166
Oficina del Cliente Nacional: 9800 16700 Local: 778 2832
e-mail: colinagro@pobox.com Fax: 778 2741 A.A. 4671
Santafé de Bogotá D.C. - Colombia