



Contenido de vitamina C en frutos de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, en cuatro estados de maduración, procedentes de la Colección de Germoplasma del INIA Loreto, Perú

Vitamin C content in fruits of camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh, in four states of maturation, coming from the Collection of Germoplasma of the INIA Loreto, Peru

Sixto Imán Correa^{1,*}, Luz Bravo Zamudio², Víctor Sotero Solís³, Carlos Oliva Cruz³.

¹ Instituto Nacional de Innovación Agraria – INIA

² Universidad Federal de Brasilia, Brasil

³ Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIA

Recibido 30 julio 2011; aceptado 05 septiembre 2011

Resumen

El objetivo del presente trabajo, fue determinar el contenido de vitamina C en diferentes partes del fruto; pulpa, cáscara y pulpa más cáscara, en cuatro estados de maduración: verde, pintón, maduro y sobremaduro. Los frutos fueron obtenidos de la Colección de Germoplasma de la Estación Experimental Agraria San Roque del INIA Loreto, Perú. La técnica utilizada para la determinación de contenido de vitamina C fue Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC) con columna de fase reversa. Los resultados indican que los mayores contenidos de vitamina C se encuentran en la cáscara del fruto en estados de maduración sobremaduro y maduro. El contenido de vitamina C según estados de maduración se ajustan a una curva de regresión cúbica, tanto para pulpa, cáscara y pulpa más cáscara con 87%, 90% y 98 % de efectividad; respectivamente. Cuando se pasa de un estado de maduración a otro, el contenido de vitamina C se incrementa en 515.43 mg en cada 100 g de muestra de cáscara. Los resultados obtenidos indican que el camu camu es una fuente potencial de vitamina C, concentrada principalmente en la cáscara del fruto.

Palabras clave: camu camu, vitamina C, pulpa, cáscara, estados de maduración.

Abstract

The objective of the present work was to determine the vitamin content C in different parts from the fruit; pulp, rind and pulp more rind, in four states of maturation: green, mature green, mature and over mature. The fruits were obtained from the Collection of Germoplasma of the Agrarian Experimental Station San Roque of the INIA Loreto, Peru. The technique used for the determination of vitamin content C was Liquid High Chromatography Performance (HPLC) with phase column reverse. The results indicate that the greater vitamin contents C are in the rind and the states of over mature and mature. And vitamin C contained according to maturation states adjusts to a curve of cubical regression, as much for pulp, rind and pulp more rind with 87%, 90% and 98 % of effectiveness; respectively. When moving from a state of maturity to another, the vitamin C content is increased in 515.43 mg in each 100 g of rind sample. The obtained results indicate that camu camu is a potential vitamin C source, located mainly in the rind of the fruit.

Keywords: camu camu, vitamin C, pulp, peel, stages of maturity.

1. Introducción

Camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh, es un recurso de la región Amazónica; que tiene un gran potencial como alimento funcional por presentar elevada capacidad antioxidante, debido principalmente a su alto contenido de ácido

ascórbico, teniendo así importancia en la producción de concentrados y suplementos naturales de esta vitamina. En los últimos años se ha incrementado la demanda por consumo de alimentos y productos saludables, tal es el caso del camu camu, que viene contribuyendo como fuente

* Autor para correspondencia

Email: sixto_iman@hotmail.com (S. Imán)

natural de vitamina C, principalmente en el mercado de productos naturales. El camu camu es considerado “tesoro amazónico” por ser un cultivo con alto potencial socioeconómico y nutricional para la región. Es fuente de renta para agricultores de la región Amazónica, además de ser una alternativa económica ecológica debido al número suficiente de semillas para generaciones futuras y presentar bajo costo en la producción de su cultivo.

El contenido de ácido ascórbico de los frutos de camu camu procedentes de diferentes regiones, en diferentes períodos de cosecha varía ampliamente, lo que se debe en gran parte a la influencia de factores genéticos y ambientales entre las diferentes poblaciones (Teixeira, 2004). Es así como se torna importante monitorear el contenido de ácido ascórbico en cultivos de camu camu procedentes de diferentes lugares y en diferentes estados de maduración del fruto, para el control de factores pre y post cosecha.

Imán y Melchor (2007) reportaron que la Estación Experimental Agraria San Roque del INIA Iquitos, conserva una Colección Nacional de Germoplasma de camu camu compuesta por 43 accesiones o muestras de la variabilidad poblacional de rodales naturales pertenecientes a 8 importantes cuencas hidrográficas de la Región Loreto, el material genético ha sido caracterizado y evaluado morfológicamente por un período de 10 años permitiendo identificar genotipos promisorios de alto potencial de producción de frutos y alto contenido de ácido ascórbico (mayores 15 kg de fruto/planta y mayores de 2000 mg/100g de ácido ascórbico).

Zamudio *et al.* (2007) mencionan que la técnica de Cromatografía líquida de Alta Eficiencia - HPLC con Columna de intercambio iónico es apropiada para la determinación del contenido de vitamina C; presentando valores más exactos debido a la eliminación de interferentes frente a la

metodología de Titulometría de Tillman, otra de las ventajas es que con HPLC se obtiene resultados más rápidos, lo que minimiza la degradación y oxidación de la vitamina C. Asimismo Gutiérrez *et al.* (2007), al determinar el contenido de ácido ascórbico en “uchuwa” *Physalis peruviana* por HPLC; concluye que la cuantificación del ácido ascórbico utilizando el método del ácido fosfórico para su extracción y posterior determinación por HPLC; es un método sensible, preciso y exacto. La concentración de ácido ascórbico en uchuwa fue de 33.2 mg/100 g.

El objetivo del presente trabajo, fue determinar el contenido de vitamina C en las partes del fruto de camu camu: pulpa, cáscara y pulpa más cáscara; en cuatro estados de maduración: verde, pintón, maduro y sobremaduro; utilizando la metodología de HPLC con columna de fase reversa.

2. Materiales y métodos

Se colectaron 20 frutos de camu camu, del tercio medio de la planta de 5 accesiones de la Colección de germoplasma de camu camu instalada en el Campo Experimental “El Dorado” de la Estación Experimental Agraria San Roque Loreto, del INIA. Las accesiones fueron PER001148, PER001149, PER001150, PER001152 y PER001154; para obtener una muestra compuesta. La elección de los frutos para la colecta fue teniendo en cuenta los 4 puntos cardinales y los cuatro estados de maduración de acuerdo a características cualitativas definidas en la Tabla 1. La pulpa de los frutos fue separada manualmente de la cáscara y tanto pulpa, cáscara y pulpa más cáscara fueron preparadas hasta la obtención de una muestra homogénea.

Para la preparación de la muestra, se siguió el siguiente protocolo: se pesó 10 mg de pulpa, cáscara y pulpa más cáscara según el caso y se diluyó en 10 µL de

ácido metafosfórico 4.5% cc. Para los estándares primero se preparó solución stock pesando 2 mg de ácido ascórbico y se diluye en 100 µL de ácido metafosfórico 4.5% cc. Los estándares para la calibración se prepararon tomando de la solución stock 1 alícuota de 10 µL en 25 µL de ácido metafosfórico 4.5% cc (solución 1).

Los análisis de vitamina C, fueron realizados usando un equipo HPLC Modelo Agilent Technologies 1200 series, equipado con bomba cuaternaria y detector de absorbancia fase reversa 5 µm columna LiChrocart RP 18 (4.0 x 250 mm) con un detector de absorbancia UV-Visible. Como fase móvil se utilizó 600 mL de agua nanopura acidulada con ácido sulfúrico concentrado hasta alcanzar un pH 2.2 (2 a 3 gotas). La razón de flujo de la fase móvil es de 0.5 mL/min, la longitud de detección es de 245 nm, la presión en torno de 800





psi con presión máxima monitoreada de 1500 psi (libra por pulgada cuadrada). La muestra a inyectar en el equipo HPLC fue preparada pesando 0.01 g de muestra, luego fue disuelta en ácido metafosfórico 4.5%, ajustando el volumen con ácido metafosfórico en balones volumétricos de 100 mL tarados.

Las muestras fueron disueltas a ultrasonido por 10 minutos, filtradas en 0.45 µm y se procedió a correr la muestras por triplicado en el cromatógrafo. La inyección en el cromatógrafo fue con un volumen de 20 µL. Las muestras fueron medidas a una longitud de detección de 245 nm.

Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Sustancias Naturales Bioactivas del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana – IIAP.

Tabla 1

Atributos físicos empleados para definir los estados de maduración de frutos de camu camu.

Estados de Maduración	Color de la Cáscara	Consistencia del fruto	Fotografía
01 (Verde)	0-25 % de pigmentación rojiza	Rígida y dura	
02 (Pintón)	26-50 % de pigmentación rojiza	Rígida	
03 (maduro)	75-100 % de pigmentación rojiza	Rígida	
04 (sobremaduro)	100% de pigmentación roja púrpura	Frágil	

3. Resultados y discusión

Los resultados de los contenidos de vitamina C, son muy variados tanto en las partes del fruto como en los diferentes estados de maduración. En pulpa y al estado verde, se obtuvo un valor de 1713.31 mg/100g seguido del estado maduro con 1451.86. En los demás estados de maduración los contenidos son menores; para el caso del estado pintón el contenido es 1177.87 con desviación estándar alta 168.58 y en sobremaduro la pulpa alcanza un valor de 1438.54 mg. En los valores extremos (mínimo y máximo) se observa que los contenidos de vitamina C en frutos verdes han superado los 1500 mg/100 g considerado como el valor mínimo comercial. En los demás estados de maduración el contenido de vitamina C es menor (Tabla 2). Estos resultados tienen la misma tendencia de los encontrados por Rojas *et al.* (2010), quienes realizaron un estudio sobre fluctuación de la vitamina C en pulpa de frutos de camu camu colectados en diferentes horas del día, los valores fueron 2063.82 y 1876.78 mg/100 g de pulpa para frutos verdes y maduros respectivamente, colectados a las 14 h. También son corroborados por Zamudio (2007), quien encontró mayor cantidad de vitamina C en pulpa de frutos verdes de camu camu procedentes de la microregión del Río Solimões en Brasil (1929 mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa).

En la Tabla 3, se muestran los resultados encontrados para cáscara en los cuatro estados de maduración de fruto de camu camu. Es en la cáscara, donde se encontraron los valores más altos comparados con los resultados obtenidos de las otras dos partes del fruto (pulpa y pulpa más cáscara). Se observa que la concentración de la vitamina C en la cáscara es mayor conforme madura el fruto. En los estados de maduración sobremaduro y maduro es donde se alcanzan valores de 2792.82 y 2496.23 mg de ácido ascórbico en 100 mg de cáscara respectivamente, estos dos valores, superan a los contenidos obtenidos en los estados pintón y verde que lograron 1490.94 y 1409.81 mg/100 g de cáscara respectivamente. El resultado de que es en la cáscara del fruto de camu camu donde se encuentra la mayor cantidad de vitamina C es confirmado por Villanueva *et al.* (2010), que al evaluar antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante en la cáscara de camu camu; encontró 2195 mg/100 g de muestra en cáscara al estado fresco y estado de maduración de fruto maduro.

En el análisis realizado a pulpa más cáscara, se observa el comportamiento fusionado de los dos análisis anteriores pero manteniendo la tendencia que el fruto verde tiene mayor contenido de vitamina C que el fruto pintón pero menor contenido que el estado maduro y sobre maduro.

Tabla 2

Comportamiento promedio, mínimo y máximo del contenido de vitamina C (mg/100g) en la pulpa, de diferentes estados de maduración de frutos de camu camu.

Estados maduración	N	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Verde	3	1713.313	21.9832	1696.9	1738.3
Pintón	3	1177.873	168.5813	988.8	1322.4
Maduro	3	1451.863	37.4783	1416.5	1491.2
Sobremaduro	3	1438.537	41.5477	1390.6	1464.7
Total	12	1445.397	211.9988	988.8	1738.3

Tabla 3

Comportamiento promedio, mínimo y máximo del contenido de vitamina C (mg/100g) en la cáscara de diferentes estados de maduración de frutos de camu camu.

Estados maduración	N	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Verde	3	1409.81	51.7052	1376.1	1469.3
Pintón	3	1490.94	443.0567	998.6	1857.5
Maduro	3	2496.237	162.1973	2318.5	2636.2
Sobremaduro	3	2792.827	97.7506	2700.3	2895.1
Total	12	2047.453	666.7099	998.6	2895.1

El análisis individual de la pulpa más cáscara, revela que en el estado sobremaduro se tiene el mejor valor para contenido de vitamina C, 1711.62 mg/100 g de muestra; seguido de maduro, verde y pintón. El valor de la desviación estándar, en esta parte del fruto indica que el estado pintón tiene una desviación estándar menor

11.81, comparado con los demás estados de maduración (Tabla 4).

El Análisis de Varianza (ANVA), para el contenido de vitamina C en partes de fruto, estados de maduración de fruto e interacción, nos indican; significación estadística. El coeficiente de variación es 9.23% (Tabla 5).

Tabla 4

Comportamiento promedio, mínimo y máximo del contenido de vitamina "C" (mg/100g), en pulpa más cáscara, de diferentes estados de maduración de frutos de camu camu.

Estados maduración	N	Promedio	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Verde	3	1522.570	31.3838	1487.2	1547.1
Pintón	3	1421.687	11.8111	1410.8	1434.3
Maduro	3	1598.053	19.1971	1582.7	1619.6
Sobremaduro	3	1711.620	16.0589	1699.0	1729.7
Total	12	1563.483	112.1124	1410.8	1729.7

Tabla 5

Análisis de Varianza para el contenido de de vitamina C, en partes de fruto de camu camu y en cuatro estados de maduración.

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	p-valor	Signi-ficancia
Modelo	7431901.61	13	571684.74	23.6	<0.0001	
Partes del fruto (A)	2442577.05	2	1221288.52	50.42	<0.0001	*
Estados de maduración (B)	2127531.09	3	709177.03	29.28	<0.0001	*
Repetición	4402.46	2	2201.23	0.09	0.9135	NS.
A*B	2857391.01	6	476231.84	19.66	<0.0001	*
Error	532838.49	22	24219.93			
Total	7964740.11	35				

Coeficiente de Variación: 9.23%

La prueba de Tukey al 0.05 para el efecto principal partes de fruto, establece que el contenido de vitamina C en cáscara supera significativamente en 2407.45 mg/100g a la pulpa y pulpa+cáscara con valores de 1445.40 y 1563.48 mg/100, respectivamente. Pinedo (2002) argumenta que el aumento del ácido ascórbico en la cáscara del camu camu es debido a la mayor exposición de los frutos a los rayos solares, favoreciendo así la fotosíntesis productora de carbohidratos que son transformados en vitamina C. Aquí, el contenido de vitamina C en la cáscara supera en 66.5% al contenido de la pulpa. Los estados sobremaduro y maduro no difieren estadísticamente entre sí (1980.99 y 1848.72 mg/100g), superando significativamente a los estados verde y pintón (1548.56 y 1363.50 mg/100 g de vitamina C). Entre los estados sobremaduro y maduro en la cáscara no existen diferencias significativas (2792.82 y 2496.24 mg/100g), superando significativamente a los contenidos de vitamina C de otras partes del fruto (pulpa y pulpa + cáscara) en los otros estados de maduración. El valor más bajo se obtuvo en pulpa al estado de maduración pintón, 1177.87 mg/100 g (Tabla 6; Figura 1).

Inga *et al.* (2004) evaluaron el contenido de vitamina C con la metodología de titulometría de Tillman (utilizando 2,6 diclorofenol indofenol) en pulpa de frutos de camu-camu y en los estado de maduración pintón maduro a maduro, colectados en cinco cuencas de la Amazonía Peruana (Loreto-Perú), encontraron diferencias significativas entre los individuos procedentes de diferentes cuencas con valores

desde 980 mg/100g hasta 3097 mg/100g, con un promedio de 1773.54 mg/100g. La cuenca del Putumayo presentó frutos con contenido de vitamina C significativamente superior a las demás cuencas con un valor promedio de 2353 ± 304 mg/100g.

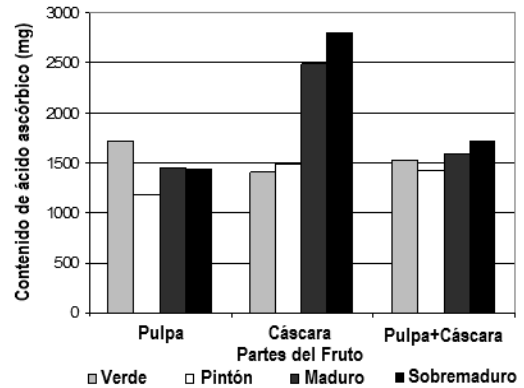


Figura 1. Contenido de vitamina C en partes de fruto y en cuatro estados de maduración.

Inga *et al.* (2000) analizaron el contenido de vitamina C en poblaciones naturales de las cochas Sahua y Supay en el Río Ucayali, distrito de Jenaro Herrera Provincia de Requena, y en una plantación de restinga a orillas del Río Amazonas Departamento de Loreto con el método de titulometría de Tillman en el estado de maduración de fruto pintón maduro, obtuvieron que el contenido de vitamina C en la pulpa fue desde 1421 mg/100g hasta 2775.84 mg/100g de pulpa, mostrando ser mayor en comparación con los otros estados del fruto, verde, verde pintón y maduro.

Tabla 6

Prueba estadística de Tukey (0.05%), para el contenido de vitamina C, en partes de fruto de camu camu y en cuatro estados de maduración (mg/100 g).

Partes de fruto	Estados de maduración de fruto				Total Partes de fruto
	Verde	Pintón	Maduro	Sobremaduro	
Pulpa	1713.31 b	1177.87 c	1451.86 bc	1438.54 bc	1445.40 b
Cáscara	1409.81 bc	1490.94 bc	2496.24 a	2792.83 a	2047.45 a
Pulpa más cáscara	1522.57 bc	1421.69 bc	1598.05 bc	1711.62 b	1563.48 b
Total Estados de Mad.	1548.56 b	1363.50 b	1848.72 a	1980.99 a	

Medias que tienen la misma letra, no muestran diferencias significativas, caso contrario son significativas.

La diferencia en la tendencia de contenido de vitamina C entre los diferentes estados de maduración puede ser justificada por la existencia de variabilidad de ecotipos y genotipos de camu camu, factores ambientales de las diferentes zonas de procedencia, pH del agua y del suelo, la temperatura y nutrientes existentes que influyen en la biosíntesis de la vitamina C.

En la Tabla 7 se presenta el análisis de regresión, que relaciona las variables partes de fruto y estados de maduración; se observa que el contenido de vitamina C en la cáscara fue altamente significativa ($p < 0.05$), R (0.90), esto indica que el 90% del contenido de vitamina “C” en la cáscara está influenciado por el estado de maduración. En pulpa + cáscara, el contenido de vitamina C está asociado con un 77% debido al estado de maduración del fruto.

Tabla 7

Análisis de regresión para estimar el grado de asociación entre las variables partes de fruto y estados de maduración.

Variable	R	R ²	R ² Ajust.	P- valor
Pulpa	0.30	0.09	0.00	0.34
Cáscara	0.90	0.82	0.80	0.00
Pulpa+cáscara	0.77	0.60	0.56	0.00

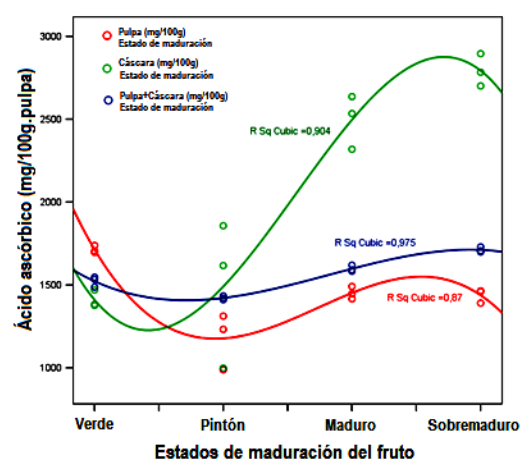


Figura 2. Comportamiento del contenido de vitamina “C”, en pulpa, cáscara y pulpa más cáscara, según estados de maduración de fruto.

En la Figura 2 se observa el comportamiento de la vitamina “C” en partes de fruto de camu camu según estados de maduración y este se ajusta a una curva de regresión cúbica, tanto para cáscara con 90%, pulpa + cáscara con 98% y pulpa con 87% de efectividad, respectivamente.

4. Conclusiones

Para componentes de fruto, el mayor contenido de vitamina C, se encontró en cáscara; 2407.45 mg/100 g. En estados de maduración de fruto, los mejores valores corresponden a sobremaduro y maduro con 1980.99 y 1848.72 mg/100 g; y para la interacción partes de fruto y estados de maduración de fruto es en la cáscara y en los estados sobremaduro y maduro que se logran los mejores valores de 2792.83 y 2496 mg de ácido ascórbico por 100 de muestra. Existe diferencia significativa en el contenido de vitamina “C” de un estado de maduración a otro, incrementándose en 515.43 mg en cada 100 g de muestra de cáscara. Existe alto grado de asociación para el contenido de vitamina “C” en cáscara y en pulpa + cáscara, influenciada por el estado de maduración del fruto. Los resultados obtenidos indican que el fruto de camu camu es una fuente potencial de vitamina C, concentrada principalmente en la cáscara.

Referencias

- Gutiérrez, T.; Hoyos, O.; Páez, M. 2007. Determinación del Contenido de ácido Ascórbico en Uchuva *Physalis peruviana* L. Por Cromatografía Líquida de Alta Resolución (CLAR). Revista Facultad de Ciencia Agropecuaria Vol 5 (1). Pp 70 – 79.
- Imán, S.; Melchor, M. 2007. Tecnología para la producción del camu camu. Serie Manual N° 1-07. Instituto Nacional de Investigación Agraria-INIA. Primera Edición. Lima. 51 p.
- Inga, H.; Pinedo, M.; Delgado C. 2000. Momento óptimo de Cosecha del fruto de camu-camu (*Myrciaria dubia* Mc Vaugh) para el aprovechamiento agroindustrial en la Amazonía peruana. Informe Técnico para el Instituto de Investigación de la Amazonía peruana - IIAP.

- Inga, H.S.; Pinedo, M.P.; Pinedo S.F.; Linares, C.B. 2004. Variación en contenido de vitamina C de camu-camu silvestre en Loreto, Perú. Informe técnico para el Programa de Ecosistemas Terrestres del Instituto de Investigación de la Amazonía peruana - IIAP.
- Pinedo, A.R. 2002. Manutenção dos atributos de qualidade do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) desidratado, durante armazenamento. Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de Mestrado em Engenharia Química.
- Rojas, R.; Saavedra, R.; Cobos, M.; Imán, S.; Adrianzén, P.; Castro, J. 2010. Fluctuaciones del contenido de vitamina C en frutos de *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh "camu camu en diferentes horas de día. Artículo Científico. Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Amazonía (CIRNA). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - UNAP. Iquitos.
- Teixeira, A. S; Chaves, L. Da Silva; Yuyama, K. 2004. Esterases for examinig the population structure of camu camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh-Myrtaceae). Acta Amazonica. 34 (1): 89-96.
- Villanueva, T.; Condezo-Hoyos, L.; Ramírez, E. 2010. Antocianinas, ácido ascórbico, polifenoles totales y actividad antioxidante en la cáscara de camu camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh. Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos, Campinas, 30 (Supl. 1): 151-160 p.
- Zamudio, L.B. 2007. Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (H.B.K.) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. Dissertação para Especialização em Nutrição Humana. Universidade de Brasília UnB Brasília DF – Brasil. 104 p.